

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

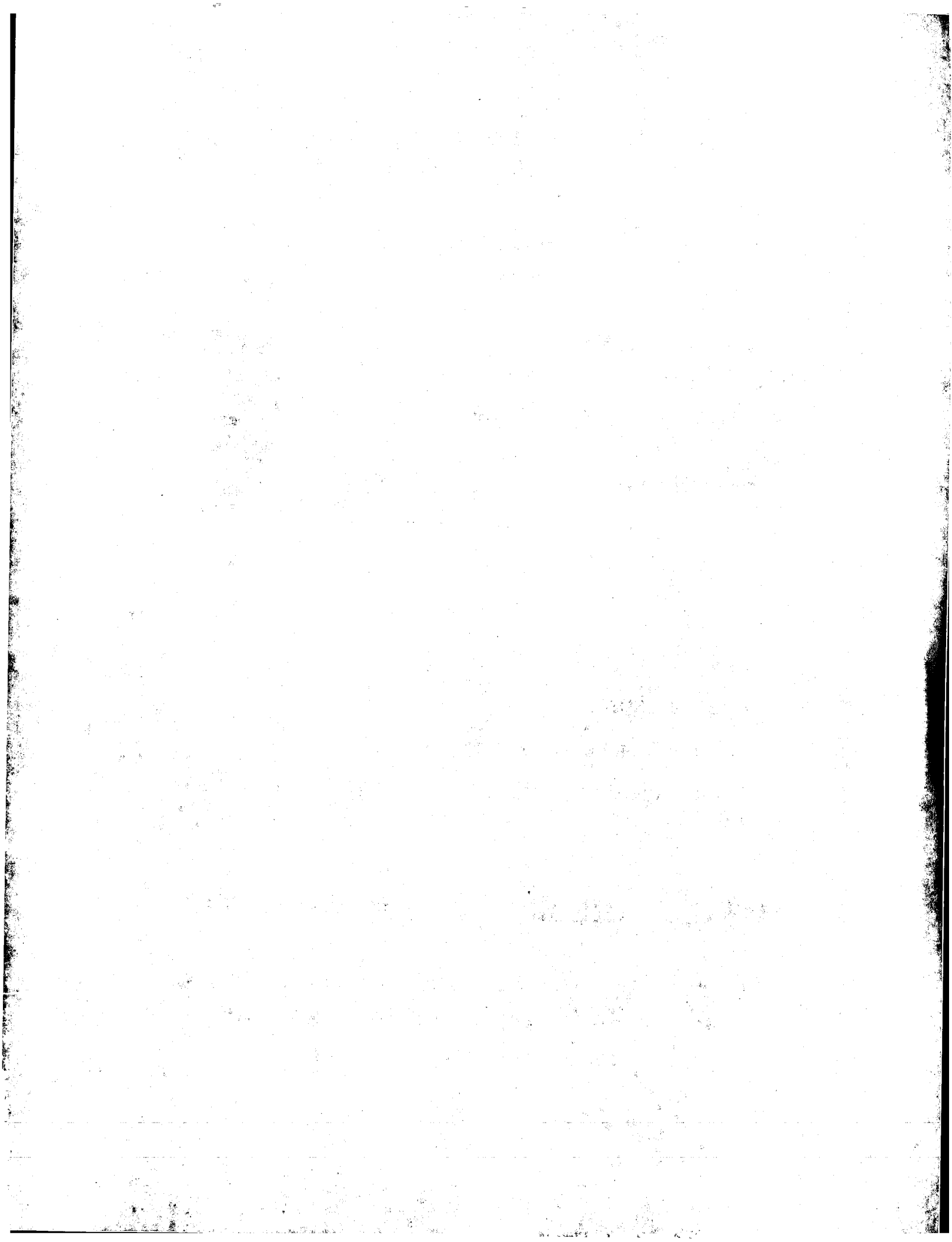
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



**Stereoscopic microscope for surgical purpose, has synthesizer to synthesize two beams corresponding to three-dimensional image into one**

Patent Number: DE10050351

Publication date: 2001-05-17

Inventor(s): ISHIKAWA TOMONORI (JP); NAMII YASUSHI (JP); TAKAHASHI SHUNICHIRO (JP); TAKAHASHI SUSUMU (JP)

Applicant(s): OLYMPUS OPTICAL CO (JP)

Requested Patent: ☐ DE10050351

Application Number: DE20001050351 20001011

Priority Number (s): JP19990292858 19991014

IPC Classification: G02B21/22

EC Classification: G02B21/18, G02B21/22Equivalents: ☐ JP2001117014

---

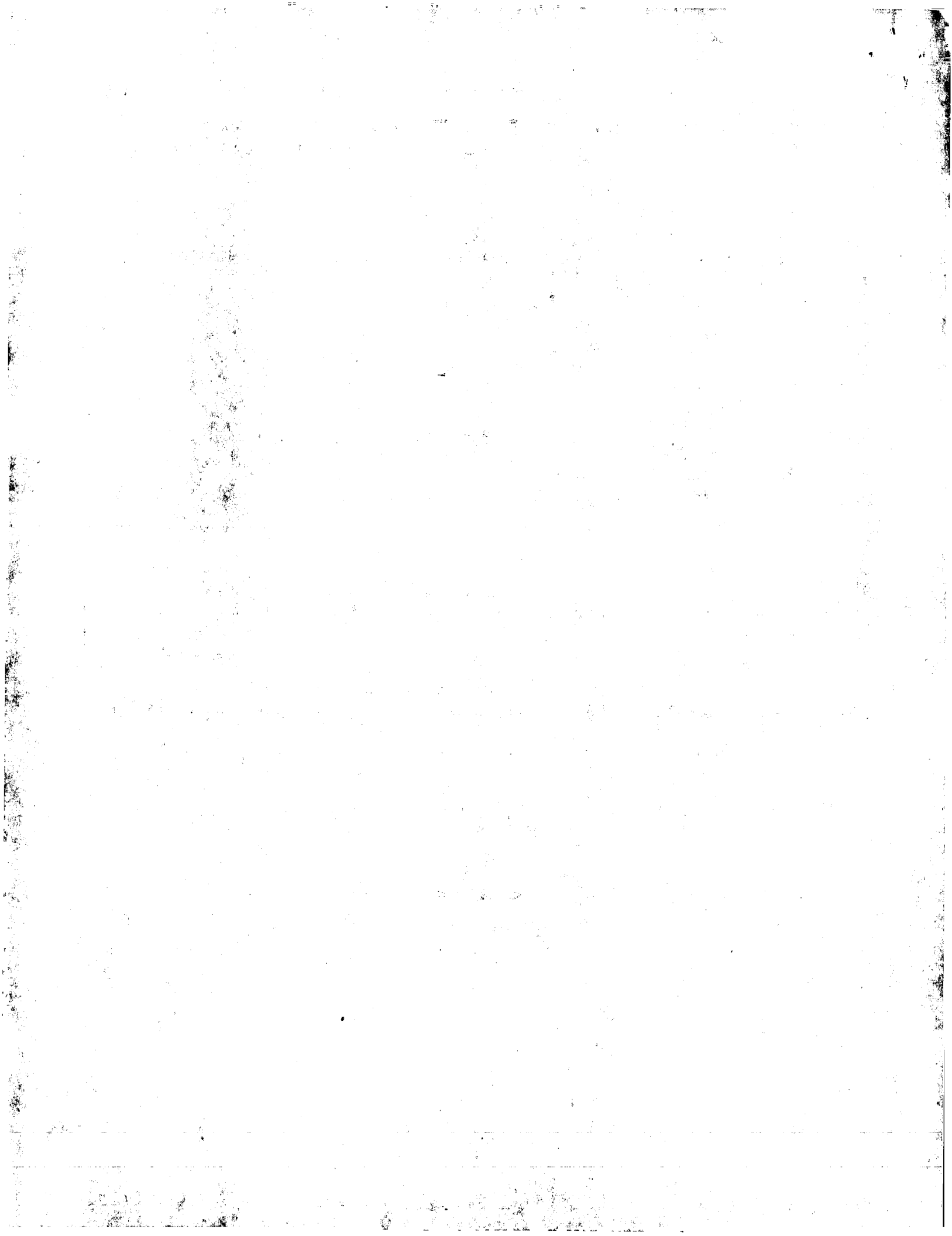
**Abstract**

---

The synthesizer comprising total reflection prisms (4a,4b) and polarization beam splitters (5a,5b) synthesizes two light beams corresponding to three-dimensional image into single beam. The isolator comprising polarization beam splitters (7a,7b) and total reflection prisms (8a,8b) isolate the synthesized beams.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I219  
17  
38





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 50 351 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**G 02 B 21/22**

②1 Aktenzeichen: 100 50 351.9  
②2 Anmeldetag: 11. 10. 2000  
④3 Offenlegungstag: 17. 5. 2001

③0 Unionspriorität:  
11-292858 14. 10. 1999 JP  
⑦1 Anmelder:  
Olympus Optical Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP  
⑦4 Vertreter:  
Zenz, Helber, Hosbach & Partner, 45128 Essen

⑦2 Erfinder:  
Namii, Yasushi, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP;  
Takahashi, Susumu, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP;  
Ishikawa, Tomonori, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP;  
Takahashi, Shunichiro, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤4 Stereomikroskop  
⑤7 Das Stereomikroskop weist eine Kombiniereinrichtung auf, die aus wenigstens drei Lichtstrahlen, die wenigstens drei Bilder mit Parallaxe zueinander hervorrufen, wenigstens zwei Lichtstrahlen miteinander kombiniert. Ferner weist es eine Trenneinrichtung auf, die den kombinierten, die Bilder hervorrufenden Lichtstrahl wieder so auftrennt, daß eine Mehrzahl von Betrachtern das gleiche Objektbild betrachten kann, wobei unterschiedliche Betrachtungshaltungen eingenommen werden können.

DE 100 50 351 A 1

DE 100 50 351 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Stereomikroskop, insbesondere auf ein Operationsmikroskop, das es einer Mehrzahl von Betrachtern erlaubt, gleichzeitig ein Objektbild stereomikroskopisch zu betrachten.

In den letzten Jahren wurden Stereomikroskope dazu genutzt, Arbeitsvorgänge, wie industrielle Feinbearbeitung und chirurgische Operationen, zu unterstützen.

Da solche Arbeitsvorgänge hoch entwickelt sind und demgemäß dafür Präzision notwendig ist, ist es wünschenswert, daß die bei solchen Arbeitsvorgängen verwendeten Stereomikroskope es einer Mehrzahl von Anwendern ermöglichen, gleichzeitig ein Bild zu betrachten. Insbesondere bei Verwendung eines Stereomikroskops als Operationsmikroskop sollte das Mikroskop, da Operateure sich während der Operation dem Operationsgegenstand aus verschiedenen Richtungen nähern, Betrachtungsstellungen ermöglichen, die einer solchen Verwendung entsprechen. Da die Betrachtungsrichtung während der Benutzung mehrmalig verändert wird, ist es ferner notwendig, daß das Mikroskop äußerst leicht bedienbar ist.

Die Vorläufige Veröffentlichung der Japanischen Patentanmeldung (KOKAI) mit der Nr. Hei 7-218841 offenbart ein Beispiel eines konventionellen Mikroskops, das die oben erwähnten Anforderungen erfüllt. Dieses konventionelle Beispiel ist in den Fig. 1A, 1B gezeigt. In den Fig. 1A und 1B stellt das Bezugszeichen 301 eine Objektlinse dar. Eine Linseneinheit 302 mit variabler Vergrößerung umfaßt die Linsen 302a, 302b, 302c und 302d mit variabler Vergrößerung, die parallel zueinander angeordnet sind. Betrachtungsoptiksysteme 305, 306 sind für zwei Betrachter vorgesehen. Jedes Betrachtungsoptiksystem 305 (306) umfaßt für das linke und das rechte Auge des Betrachters ein Paar von Abbildungslinsen 305a, 305b (306a, 306b) und eine Paar von Okularlinsen 305c, 305d (306c, 306d). Das Betrachtungsoptiksystem 305 ist für den Hauptbetrachter vorgesehen, während das Betrachtungsoptiksystem 306 für einen Nebenbetrachter vorgesehen ist. Ein Strahlteiler 303 teilt die Lichtstrahlen aus dem Optiksystem 302 mit variabler Vergrößerung in Lichtstrahlen für den Hauptbetrachter und Lichtstrahlen für den Nebenbetrachter. Gesamtreflexionsprismen 304a, 304b reflektieren die Lichtstrahlen von dem Optiksystem 302 mit variabler Vergrößerung in Richtung des Betrachtungsoptiksystems 306 für den Nebenbetrachter. Die Prismen 304a, 304b sind so montiert, daß sie zusammen mit dem Betrachtungsoptiksystem 306 um die optische Achse der Objektlinse 301 drehbar sind. Fig. 1A zeigt die Betrachtungspositionierung, in der der Nebenbetrachter das Mikroskop von der dem Hauptbetrachter gegenüberliegenden Seite aus zu betrachten hat (d. h., um 180° gegenüber dem Hauptbetrachter gedreht), und zwar durch Drehung der Prismen 304a, 304b. Fig. 1B zeigt die Betrachtungspositionierung, in der der Nebenbetrachter dem Mikroskop an einer vom Hauptbetrachter aus um 90° gedrehten Position gegenübersteht.

Wenn der Hauptbetrachter unter Verwendung dieses konventionellen Mikroskops die Betrachtung durchführt, wird das vom Objekt durch die Objektlinse 301 und die Optiksysteme 302a, 302b mit variabler Vergrößerung hindurchgeleitete Licht teilweise vom Strahlteiler 303 reflektiert, um über die Abbildungslinsen 305a, 305b als Bilder formiert zu werden. Der Hauptbetrachter kann die stereoskopische Betrachtung durch Vergrößerung der somit erhaltenen Bilder unter Verwendung der Okularlinsen 305c, 305d durchführen.

Wenn der Nebenbetrachter in der Position nach Fig. 1A (d. h., gegenüber dem Hauptbetrachter) die Betrachtung

durchführt, wird das vom Objekt durch die Objektlinse 301 und die Optiksysteme 302c, 302d mit variabler Vergrößerung hindurchgeleitete Licht von den Vollreflexionsprismen 304a, 304b reflektiert, um über die Abbildungslinsen 306a, 306b als Bilder formiert zu werden. Der Nebenbetrachter kann durch Vergrößern der so erlangten Bilder unter Verwendung der Okularlinsen 306c, 306d die stereoskopische Betrachtung durchführen.

Wenn der Nebenbetrachter in der Positionierung nach Fig. 18 (d. h., um 90° relativ zum Hauptbetrachter gedreht) die Betrachtung durchführt, wird Licht, das vom Objekt durch die Objektlinse 301 und die Optiksysteme 302a, 302d mit variabler Vergrößerung hindurchgeleitet wird (und, hinsichtlich des durch das Optiksystem 302a mit variabler Vergrößerung in Fig. 1B hindurchgeleiteten Lichts, teilweise durch den Strahlteiler 303 übertragen wird), wie in der Positionierung nach Fig. 1A, von den Vollreflexionsprismen 304a, 304b reflektiert, um vom Nebenbetrachter über das Betrachtungsoptiksystem 306 als stereoskopisches Bild betrachtet zu werden.

Wie oben erläutert, ist das in der KOKAI Nr. Hei 7-218841 beschriebene konventionelle Operationsmikroskop so konfiguriert, daß, wenn sich der Nebenbetrachter gegenüber dem Hauptbetrachter oder im Winkel zu diesem befindet, der Hauptbetrachter und der Nebenbetrachter gleichzeitig das Objekt stereoskopisch betrachten können. Dieses konventionelle Mikroskop erlaubt es dem Hauptbetrachter und dem Nebenbetrachter jedoch nicht, während der Betrachtung Seite an Seite positioniert zu sein. Wenn der Hauptbetrachter beispielsweise die Betrachtung durchführt, indem er den Mikroskopkörper in der Positionierung nach Fig. 1B auf dessen Längsseite legt, ist der Nebenbetrachter somit gezwungen, seinen Kopf abzukippen, wobei diese Stellung den Nebenbetrachter extrem ermüdet.

Die Vorläufige Veröffentlichung der Japanischen Patentanmeldung (KOKAI) Nr. Hei 10-5244 offenbart ein Beispiel eines konventionellen Mikroskops, das das oben genannte Problem löst. Dieses konventionelle Beispiel ist in den Fig. 2A-2C dargestellt. Es ist zu beachten, daß die in Fig. 2A gezeigte Vorrichtung zwar von der nach den Fig. 2B und 2C abweicht, indem sie mit einem Prisma 405 ausgestattet ist, das den Betrachtungspfad eines der Bediener ablenkt, daß jedoch die Basiskonfiguration in den Fig. 2A-2C gleich ist.

Bei dem in den Fig. 2A-2C gezeigten konventionellen Beispiel wird Licht von der Objektoberfläche X durch eine Objektlinse 401 und eine Linse 402 mit variabler Vergrößerung übertragen. Die eine Hälfte des Lichts wird dann durch ein halb-durchlässiges und halb-reflektierendes Trennprisma 403 hindurchgeleitet und tritt in ein Betrachtungsoptiksystem 406 ein. Der Hauptbetrachter führt die stereoskopische Betrachtung der Objektoberfläche über das Betrachtungsoptiksystem 406 durch. Auf der anderen Seite tritt das durch das Prisma 403 reflektierte Licht über ein Prisma 404 in ein Betrachtungsoptiksystem 407 ein. Der Nebenbetrachter führt die Betrachtung der Objektoberfläche über das Betrachtungsoptiksystem 407 durch. Das halb-durchlässige und halb-reflektierende Trennprisma 403 ist so gestaltet, daß es zusammen mit dem Prisma 404 und dem Betrachtungsoptiksystem 407 um die optische Achse 408 der Objektlinse 401 gedreht werden kann. Das Prisma 404 ist so gestaltet, daß es sich zusammen mit dem Betrachtungsoptiksystem 407 um die Achse des aus dem Trennprisma 403 austretenden Lichtstrahls drehen kann.

Gemäß dieser Konfiguration kann der Nebenbetrachter durch Drehen des halbdurchlässigen und halb reflektierenden Trennprismas 403 um die optische Achse der Objektlinse 401 seine Betrachtungsposition so ändern, daß sie dem

Hauptbetrachter entweder gegenüberliegt oder zu diesem abgewinkelt ist. Ferner können der Haupt- und der Nebenbetrachter durch Drehen des Prismas 404 um die Achse des aus dem halbdurchlässigen und halb-reflektierenden Trennprisma 403 austretenden Lichtstrahls die Betrachtung Seite an Seite positioniert durchführen.

Wie oben erläutert, ist das konventionelle Mikroskop gemäß der KOKAI Nr. Hei 10-5244 so konfiguriert, daß der Hauptbetrachter und der Nebenbetrachter gleichzeitig das Objekt stereoskopisch betrachten können, wenn ihre Positionen einander gegenüberliegen oder relativ zueinander abgewinkelt sind. Zusätzlich können stereoskopische Betrachtungen auch in der Positionierung durchgeführt werden, bei der der Haupt- und der Nebenbetrachter Seite an Seite positioniert sind.

Gemäß der konventionellen Technik nach der KOKAI Nr. Hei 10-5244 ist es jedoch erforderlich, daß das halbdurchlässige und halb-reflektierende Trennprisma 403 groß genug ist, um in jeder Positionierung, in der die Betrachtungsoptiksysteme 406, 407 ihre Stellung nach Fig. 2A oder Fig. 2C einnehmen, die linken und rechten Lichtstrahlen in ihrer Gesamtheit zu übertragen. Mit anderen Worten, wenn das Trennprisma 403 nicht so groß ist, daß es die vier Lichtstrahlen mit Parallaxe vollständig durchläßt, kann die stereoskopische Betrachtung in der in Fig. 2A oder Fig. 2C gezeigten Positionierung nicht durchgeführt werden. Daher bewirkt diese Konfiguration, daß das Mikroskop unhandlich wird, was ein Problem darstellt.

Die Vorläufige Veröffentlichung der Japanischen Patentanmeldung (KOKAI) Nr. Hei 4-93912 offenbart ein konventionelles Operationsmikroskop, das es den Haupt- und Nebenbetrachtern unter Vermeidung der Unhandlichkeit erlaubt, stereoskopische Betrachtungen durchzuführen. Dieses konventionelle Mikroskop ist so gestaltet, daß die stereoskopische Betrachtung in derjenigen Positionierung durchgeführt wird, in der die Position des Nebenbetrachters zu der des Hauptbetrachters verschwenkt ist. Ferner wird eine Polarisationseinrichtung verwendet, um jeden von zwei Lichtstrahlen in zwei unterschiedlich polarisierte Komponenten aufzuteilen, so daß der Haupt- und der Nebenbetrachter stereoskopische Betrachtungen durchführen können, wobei zwei optische Zoomsysteme in dem für den Hauptbetrachter und den Nebenbetrachter gemeinsamen Pfad angeordnet sind, um der Unhandlichkeit des Mikroskops vorzubeugen. Dieses konventionelle Mikroskop genügt jedoch nur einer einzigen Betrachtungspositionierung, das heißt, der Positionierung, in der die Position des Nebenbetrachters zu der des Hauptbetrachters verschwenkt ist. Dieses Mikroskop ist daher recht unbequem als Stereomikroskop für eine Mehrzahl von Betrachtern, da es keine große Vielfalt von Betrachtungshaltungen zuläßt.

Die Japanische Patentveröffentlichung Nr. 7-123634 offenbart ein Beispiel eines konventionellen Mikroskops, das es dem Hauptbetrachter und dem Nebenbetrachter erlaubt, stereoskopische Betrachtungen durchzuführen, während sie Seite an Seite positioniert sind, und das durch Verwendung von Polarisationsmitteln kompakt ausgeführt ist. Ähnlich der konventionellen Technik der KOKAI Nr. 4-93912, entspricht dieses konventionelle Mikroskop jedoch nur einer Betrachtungspositionierung, und es ist somit für eine Mehrzahl von Betrachtern als Stereomikroskop recht unbequem.

Daher ist es die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Stereomikroskop zu schaffen, das sich an verschiedene Betrachtungshaltungen der Betrachter anpassen kann, ohne als Gesamtvorrichtung unhandlich zu sein.

Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Stereomikroskop zu schaffen, das ein qualitativ gutes Bild frei von Überlagerungen etc. liefert.

Um die oben genannten Ziele zu erreichen, ist ein erfindungsgemäßes Stereomikroskop, das wenigstens drei Bilder mit Parallaxe zueinander formiert, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Kombiniereinrichtung aufweist, die wenigstens zwei die jeweiligen Bilder hervorrufoende Lichtstrahlen kombiniert, sowie eine Trenneinrichtung, die die durch die Kombiniereinrichtung kombinierten, die Bilder hervorrufoenden Lichtstrahlen wieder aufteilt.

Es ist ferner vorteilhaft, daß das Stereomikroskop gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem Ablenkglied versehen ist, das wenigstens einen das Bild hervorrufoenden Lichtstrahl auf die Kombiniereinrichtung ablenkt, und daß das Ablenkglied und die Kombiniereinrichtung so gestaltet sind, daß sie gemeinsam drehbar sind.

Ferner ist jede der Kombiniereinrichtungen und Trenneinrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung vorzugsweise mit einem variablen Polarisationsglied versehen, das hinter Pfadtrennmitteln angeordnet ist.

Ferner umfaßt ein Stereomikroskop gemäß der vorliegenden Erfindung Öffnungen, die zum Definieren von Bildern mit Parallaxe zueinander an verschiedenen Positionen angeordnet sind, und Mittel zum seitlichen Ablenken auftretender Lichtstrahlen, die von einem Objekt stammen und durch die Öffnungen gelenkt werden; ein Zoomoptiksystem, das sich in bezug auf die Achse des vom Objekt einfallenden Lichtstrahls seitlich erstreckt und das die Vergrößerung des vom abgelenkten Lichtstrahl hervorgerufenen Bildes variiert, sowie ein Übertragungsoptiksystem, das die Lichtstrahlen, die die durch das Zoomoptiksystem variabel vergrößerten Bilder hervorrufen, in der Nähe ihrer Position vor der Ablenkung überträgt.

Ferner umfaßt ein Stereomikroskop gemäß der vorliegenden Erfindung ein Mikroskopoptikgehäusesystem, Pfadtrennmittel, ein Okularoptiksystem und ein Zoomoptiksystem, das zwischen den Pfadtrennmitteln und dem Okularoptiksystem angeordnet ist und das im allgemeinen verwendet wird, um die Vergrößerung der Bilder, die eine Parallaxe zueinander haben, zu verändern.

Ein weiteres Ziel sowie weitere Vorteile und Ausführungsformen der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung und den Ansprüchen deutlich.

Die Erfindung wird im folgenden unter Bezugnahme auf die in den beigefügten Zeichnungen dargestellten beispielhaften Ausführungsformen ausführlicher beschrieben.

Die Fig. 1A-1B sind schematische Konfigurationsansichten eines Beispiels konventioneller Stereomikroskope. Genauer gesagt, zeigt Fig. 1A die Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters der des Hauptbetrachters gegenüberliegt, und Fig. 1B zeigt die Betrachtungspositionierung bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

Fig. 2A-2C sind schematische Konfigurationsansichten eines weiteren Beispiels konventioneller Stereomikroskope. Genauer gesagt, zeigt Fig. 2A die Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters der des Hauptbetrachters gegenüber liegt, Fig. 2B zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist, und Fig. 2C zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Positionen des Hauptbetrachters und des Nebenbetrachters im wesentlichen Seite an Seite liegen.

Fig. 3 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters gegenüber der des Hauptbetrachters liegt.

Fig. 4 ist eine schematische Konfigurationsansicht der ersten Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung

zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

Fig. 5 ist eine schematische Konfigurationsansicht der ersten Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Hauptbetrachters und des Nebenbetrachters im wesentlichen Seite an Seite liegen.

Fig. 6 ist eine schematische Konfigurationsansicht, die zeigt, daß in der Vorrichtung in der Positionierung nach Fig. 3 afokale Übertragungsoptiksysteme 13 zur Einmal-Bildformatierung zwischen den Polarisationsstrahlteilern 5a und 5b und dem Prisma 6a angeordnet sind.

Fig. 7 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters der des Hauptbetrachters gegenüber liegt.

Fig. 8 ist eine schematische Konfigurationsansicht der zweiten Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

Fig. 9 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters der des Hauptbetrachters gegenüber liegt.

Fig. 10 ist eine schematische Konfigurationsansicht der dritten Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

Fig. 11 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters der des Hauptbetrachters gegenüber liegt.

Fig. 12 ist eine schematische Konfigurationsansicht der vierten Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

Fig. 13 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters der des Hauptbetrachters gegenüber liegt.

Fig. 14 ist eine schematische Konfigurationsansicht der fünften Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

Fig. 15 ist eine schematische Konfigurationsansicht der fünften Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Positionen des Hauptbetrachters und des Nebenbetrachters im wesentlichen Seite an Seite liegen.

Fig. 16 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters der des Hauptbetrachters gegenüber liegt.

Fig. 17 ist eine schematische Konfigurationsansicht der sechsten Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

Fig. 18 ist eine schematische Konfigurationsansicht der sechsten Ausführungsform, die die Betrachtungspositionierung zeigt, bei der die Positionen des Hauptbetrachters und des Nebenbetrachters im wesentlichen Seite an Seite liegen.

Fig. 19 zeigt einen Graphen, der die Charakteristik der Spektralübertragung des Strahlteilers zeigt, der in dem Stereomikroskop gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Fig. 20 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 21 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 22 ist eine Draufsicht auf die neunte Ausführungsform, die die Objektivlinse von der Seite des Polarisationsstrahlteilers zeigt.

Fig. 23 ist eine schematische Konfigurationsansicht des Stereomikroskops gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 24 ist eine teilweise Draufsicht auf die zehnte Ausführungsform, die die Anordnung des Optiksystems mit variabler Vergrößerung in einer Ebene senkrecht zur Zeichenebene von Fig. 23 zeigt.

Fig. 25 ist eine teilweise Draufsicht auf die zehnte Ausführungsform, die die Anordnung des Übertragungsoptiksystems in einer Ebene senkrecht zur Zeichenebene von Fig. 23 zeigt.

#### Erste Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf die Fig. 3-6 wird das Stereomikroskop gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Eine Objektivlinse 1 nimmt als Kollimator Licht vom Objekt auf, um es als afokalen Lichtstrahl austreten zu lassen. Afokale optische Systeme 2a, 2b, 2c, 2d mit variabler Vergrößerung sind so konfiguriert, daß ihre optischen Achsen zur optischen Achse c1 der Objektivlinse 1 parallel und äquidistant sind.

Strahlteiler 3a, 3b, 3c, 3d teilen die aus den afokalen Optiksystemen 2a, 2b, 2c, 2d mit variabler Vergrößerung austretenden Lichtstrahlen in durchgeleitete Lichtstrahlen und reflektierte Lichtstrahlen auf. Die reflektierenden Oberflächen der Strahlteiler 3a, 3b, 3c, 3d sind so konfiguriert, daß die von den Strahlteilern 3a und 3b reflektierten Lichtstrahlen in entgegengesetzter Richtung zu den von den Strahlteilern 3c, 3d reflektierten Lichtstrahlen verlaufen.

Ein optisches Betrachtungssystem 10 umfaßt ein Paar von Abbildungslinsen und ein Paar von Okularlinsen für die linken und rechten Augen eines Hauptbetrachters. Das Betrachtungsoptiksystem 10 für den Hauptbetrachter ist auf der Seite der reflektierten Lichtstrahlen der Strahlteiler 3a, 3b angeordnet.

Ein Fotooptiksystem 11 ist für eine Fotoeinrichtung vorgesehen und auf der Seite der reflektierten Lichtstrahlen der Strahlteiler 3c, 3d angeordnet.

Die Bezugszeichen 4a, 4b stellen Vollreflexionsprismen dar. Die Bezugszeichen 5a, 5b stellen Polarisationsstrahlteiler dar. In der in Fig. 3 gezeigten Positionierung sind die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b so angeordnet, daß die abgelenkten Lichtstrahlen, wie sie von den Vollreflexionsprismen 4a, 4b reflektiert werden, und die durch die Strahlteiler 3c, 3d hindurchgeleiteten Lichtstrahlen miteinander als linear polarisierte Komponenten kombiniert werden, die zueinander orthogonale Schwingungsrichtungen aufweisen.

Ein Prisma 6 ist so gestaltet und angeordnet, daß es die austretenden Lichtstrahlen durch zweimaliges Reflektieren in einer Richtung ausrichtet, die um 45° von den einfallenden Lichtstrahlen X1 abweicht.

Polarisationsstrahlteiler 7a, 7b trennen die von den Polarisationsstrahlteilern 5a, 5b kombinierten Lichtstrahlen wieder in linear polarisierte Komponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen auf.

Vollreflexionsprismen 8a, 8b lenken die von den Polarisationsstrahlteilern 7a, 7b mit Polarisationskomponente reflektierten Lichtstrahlen ab.



Ein Prisma 9 ist so gestaltet und angeordnet, daß es die durch zweifache Reflexion um  $45^\circ$  gekippten Lichtstrahlen umorientiert, um wieder parallel zu den Lichtstrahlen X1 zu verlaufen.

Ein Betrachtungsoptiksystem 12 umfaßt ein Paar von Abbildungslinsen und ein Paar von Okularlinsen für die rechten und die linken Augen eines Nebenbetrachters.

Die Vollreflexionsprismen 4a, 4b und die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b sind so angeordnet, daß sie relativ zu den vier Optiksystemen mit variabler Vergrößerung gemeinsam um die optische Achse c1 der Objektivlinse 1 drehbar sind. Diese gemeinsame Bewegung ist in den Fig. 3 und 4 gezeigt. In der in Fig. 3 gezeigten Positionierung ist der Nebenbetrachter gegenüber dem Hauptbetrachter (um  $180^\circ$  zum Hauptbetrachter gedreht) positioniert, während in der in Fig. 4 gezeigten Positionierung der Nebenbetrachter mit seiner linken Seite zum Hauptbetrachter zeigt (um  $90^\circ$  zum Hauptbetrachter gedreht). Obwohl in den Zeichnungen nicht gezeigt, ist die erste Ausführungsform so konfiguriert, daß der Nebenbetrachter die Position wechseln kann, so daß seine rechte Seite zum Hauptbetrachter zeigt (um  $270^\circ$  zum Hauptbetrachter gedreht).

Das Prisma 9 ist so angeordnet und gestaltet, daß es um die Zentralachse v1 zwischen den Polarisationsstrahlteilern 7a, 7b und den Vollreflexionsprismen 8a, 8b (definiert als gerade Linie, die äquidistant zu den jeweiligen Zentralachsen der aus den optischen Elementen 7a, 7b, 8a, 8b austretenden Lichtstrahlen liegt) drehbar ist. Diese Bewegung des Prismas 9 wird in den Fig. 4 und 5 gezeigt. In jeder Betrachtungsposition nimmt das Prisma 9 stets zwei Lichtstrahlen aus zwei nebeneinander liegenden optischen Elementen auf, bestehend aus den Polarisationsstrahlteilern 7a, 7b und den Vollreflexionsprismen 8a, 8b. Beispielsweise nimmt in jeder der Fig. 3, 4, 6 das Prisma 9 die Lichtstrahlen aus den Polarisationsstrahlteilern 7a, 7b auf, während in Fig. 5 das Prisma 9 die Lichtstrahlen aus dem Polarisationsstrahlteiler 7a und dem Vollreflexionsprisma 8a aufnimmt.

Nun wird die Betrachtung des Objekts unter Verwendung des Stereomikroskops gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. Wie in Fig. 3 gezeigt, wird Licht vom Objekt durch die als Kollimator wirkende Objektivlinse 1 aufgenommen, um als afokaler Lichtstrahl auszutreten, und es tritt in die vier Optiksysteme 2a, 2b, 2c, 2d mit variabler Vergrößerung ein. Die in die vier afokalen Optiksysteme 2a, 2b, 2c, 2d mit variabler Vergrößerung eintretenden Lichtstrahlen treffen, nachdem sie einer variablen Vergrößerung unterworfen wurden, wobei sie afokale Lichtstrahlen geblieben sind, jeweils auf die Strahlteiler 3a, 3b, 3c, 3d auf. Die in die Strahlteiler 3a, 3b, 3c, 3d eintretenden Lichtstrahlen werden in durchgeleitete Lichtstrahlen und reflektierte Lichtstrahlen aufgetrennt. Die von den Strahlteilern 3a, 3b reflektierten Lichtstrahlen treten in das Betrachtungsoptiksystem 10 für den Hauptbetrachter ein, um jeweils als von den linken und rechten Augen der Betrachter gesehene Bilder ausgebildet zu werden, wobei der Hauptbetrachter das Objekt stereoskopisch betrachten kann.

Die von den Strahlteilern 3c, 3d reflektierten Lichtstrahlen werden als Bilder auf der Aufnahmeeinrichtung, wie beispielsweise einem Bildaufnahmegerät für ein TV- oder Fotomedium, ausgebildet.

In der Positionierung nach Fig. 3 (d. h. der Positionierung, bei der der Nebenbetrachter gegenüber dem Hauptbetrachter positioniert ist) werden die durch die Strahlteiler 3a, 3d durchgeleiteten Lichtstrahlen von den Vollreflexionsprismen 4a, 4b abgelenkt sowie von diesen reflektiert, um jeweils in die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b einzutreten. Andererseits treten die durch die Strahlteiler 3c, 3d durchgeleiteten Lichtstrahlen jeweils direkt in die Polarisationsstrahl-

teiler 5a, 5b ein. Die abgelenkten Lichtstrahlen aus den Vollreflexionsprismen 4a, 4b und die durchgeleiteten Lichtstrahlen aus den Strahlteilern 3c, 3d werden an den Polarisations-schichtflächen der Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b zu Lichtstrahlen kombiniert, die jeweils linear polarisierte Komponenten mit jeweils zu einander orthogonalen Schwingungsrichtungen aufweisen und die an der Seite zum Prisma 6 austreten. Mit anderen Worten werden zwei Lichtstrahlen, die von unterschiedlichen Seiten jeweils in die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b eintreten, zu einem Lichtstrahl kombiniert, der linear polarisierte Komponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen aufweist.

Die über die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b kombinierten Lichtstrahlen werden, nachdem sie innerhalb des Prismas 6 zweimal reflektiert wurden, an der Polarisations-schichtfläche der Polarisationsstrahlteiler 7a, 7b wieder in vier Lichtstrahlen aufgetrennt, und zwar in durchgeleitete Lichtstrahlen mit einer linear polarisierten Komponente und reflektierte Lichtstrahlen mit einer linear polarisierten Komponente, wobei die Schwingungsrichtung der letzteren orthogonal zu der der durchgeleiteten Komponente ist. Von den vier getrennten Lichtstrahlen treffen die durch die Strahlteiler 7a, 7b durchgeleiteten Lichtstrahlen, nachdem sie durch das Prisma 9 abgelenkt, nämlich darin doppelt reflektiert wurden, auf das Betrachtungssystem 12 für den Nebenbetrachter auf, um als jeweils von den linken und rechten Augen des Betrachters gesehene Bilder ausgebildet zu werden. Daher kann der Nebenbetrachter das Objekt stereoskopisch betrachten.

In der Positionierung nach Fig. 4 (d. h. in der Positionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt angeordnet ist) werden die durch das Optiksystem 2a, 2c mit variabler Vergrößerung durchtretenden Lichtstrahlen über die für den Fall nach Fig. 3 beschriebenen Optikelemente zu dem Betrachtungsoptiksystem 12 für den Nebenbetrachter geführt, um als jeweils von den linken und den rechten Augen des Betrachters gesehene Bilder ausgebildet zu werden. Daher kann der Nebenbetrachter auch in dieser Position das Objekt stereoskopisch betrachten.

In der Positionierung nach Fig. 5 (d. h. der Positionierung bei, der die Positionen des Hauptbetrachters und des Nebenbetrachters im wesentlichen Seite an Seite liegen) werden die durch die Optiksysteme 2c, 2d mit variabler Vergrößerung hindurchtretenden Lichtstrahlen über das Prisma 4b und den Polarisationsstrahlteiler 5b zu einem Lichtstrahl kombiniert, und anschließend wird der kombinierte Lichtstrahl an der Polarisations-schichtfläche des Polarisationsstrahlteilers 7b wieder in zwei Lichtstrahlen aufgetrennt, nämlich in einen durchgeleiteten Lichtstrahl mit einer linear polarisierten Komponente und einen reflektierten Lichtstrahl mit einer linear polarisierten Komponente, wobei die Schwingungsrichtung der letzteren orthogonal zu der der durchgeleiteten Komponente ist. Der durch das Polarisationsprisma 7b durchgeleitete Lichtstrahl und der durch das Polarisationsprisma 7b reflektierte sowie vom Reflexionsprisma 8b abgelenkte Lichtstrahl treffen, nachdem sie durch das Prisma 9 abgelenkt, nämlich innen-seitig doppelt reflektiert wurden, auf das Betrachtungsoptiksystem 12 für den Nebenbetrachter, um jeweils als vom linken und rechten Auge des Betrachters gesehene Bilder ausgebildet zu werden. Der Nebenbetrachter kann das Objekt daher auch in dieser Position stereoskopisch betrachten.

Gemäß der ersten Ausführungsform können die zur Übertragung genutzten optischen Systeme und der zur Übertragung benötigte Raum kompakt gehalten werden, da vier Bilder mit einer Parallaxe zueinander in einer zu zwei Bildern kombinierten Form durchgeleitet und dann wieder aufge-

trennt werden. Da die Vollreflexionsprismen 4a, 4b und die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b so ausgebildet sind, daß sie gemeinsam gedreht werden können, kann der Nebenbetrachter ferner seine Betrachtungsposition verändern, so daß diese in bezug auf den Hauptbetrachter gegenüberliegend oder verschwenkt ist. Überdies können die Positionen des Nebenbetrachters und des Hauptbetrachters, da das Doppelreflexionsprisma 9 drehbar gestaltet und angeordnet ist, auch Seite an Seite liegen.

Da die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b, 7a, 7b in den Pfaden der afokalen Lichtstrahlen angeordnet sind, können ferner, auch wenn die optischen Pfadlängen der Lichtstrahlen, die in die Betrachtungsoptiksysteme eintreten, variieren, Bilder von guter Beschaffenheit ohne Defokussierung an den Bildflächen erzielt werden.

Wenn die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b nahe an der Pupillenposition angeordnet sind, besteht auch die Möglichkeit, die Optiksysteme um die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b herum kompakt zu gestalten.

Wenn, wie in Fig. 6 gezeigt, Übertragungsoptiksysteme 13 für Einmal-Bildformatierung zwischen den Strahlteilern 5a, 5b und dem Prisma 6 angeordnet sind, um die Pupillen, die nahe bei den Polarisationsstrahlteilern 5a, 5b ausgebildet sind, an die Stellen der Polarisationsstrahlteiler 7a, 7b zu übertragen, kann das optische System hinter den Polarisationsstrahlteilern 7a, 7b auch kompakt gestaltet werden.

Ferner kann, wenn der Optiksystemabschnitt von den Strahlteilern 3a, 3b, 3c, 3d über die Prismen 5a, 8b zu den Polarisationsstrahlteilern 7a, 7b abnehmbar gestaltet ist, das Mikroskop durch Ersetzen dieses Abschnitts durch eine andere Einheit, beispielsweise eine Einheit, die die Position des Nebenbetrachters gegenüber der des Hauptbetrachters fixiert (d. h., drehfest hält), in ein preiswertes Mikroskop ohne Drehmechanismus oder Polarisationsstrahlteiler abgewandelt werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung besteht ferner die Tendenz, daß Bildverschlechterungen, wie beispielsweise Doppelbilder, häufig durch eine Inhomogenität der Polarisationszustände auftreten, da das Kombinieren und Trennen der Lichtstrahlen durch die Polarisationsstrahlteiler erfolgt. Um dieses Problem zu lösen, können Bilder mit guter Beschaffenheit erzielt werden, wenn die Vollreflexionsflächen, die dazu neigen, Inhomogenitäten der Polarisationszustände hervorzurufen, beispielsweise mit einer Phasenschicht bedampft sind, um die Phaseninhomogenität zu vermindern.

#### Zweite Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf die Fig. 7 und 8 wird die zweite Ausführungsform des Stereomikroskops gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Die zweite Ausführungsform ist so ausgebildet, daß sie Polarisationsstrahlteiler 23a, 23b, 23c und 23d anstelle der Strahlteiler 3a, 3b, 3c und 3d der ersten Ausführungsform sowie eine Flüssigkristallplatte Lc als Polarisationsrichtungsänderndes Element umfaßt, um die Helligkeit des Bildes für einen Nebenbetrachter zu verbessern.

Wie in den Fig. 7 und 8 gezeigt, trennen die Polarisationsstrahlteiler 23a, 23b, 23c und 23d die aus einem afokalen optischen System mit variabler Vergrößerung (nicht gezeigt) austretenden Lichtstrahlen in unterschiedlich polarisierte Komponenten auf. Die Flüssigkristallplatte Lc kann die Polarisationsrichtung eines Teils des durch sie durchgeleiteten Lichts drehen. Die Flüssigkristallplatte Lc dient dazu, die Polarisationsrichtungen von vier durch die Polarisationsstrahlteiler 23a, 23b, 23c und 23d hindurchgeleiteten Lichtstrahlen umzuschalten, wenn diese durch die Flüssigkristallplatte Lc hindurchgeleitet werden. Das Umschalten der Po-

larisationsrichtung an der Flüssigkristallplatte Lc ist mit dem Drehen der Vollreflexionsprismen 4a, 4b und der Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b synchronisiert.

(Beispielsweise kann die Flüssigkristallplatte Lc zusammen mit den Vollreflexionsprismen 4a, 4b und den Polarisationsstrahlteilern 5a, 5b gedreht werden. Alternativ kann eine Steuereinrichtung vorgesehen sein, um die Drehung der Vollreflexionsprismen 4a, 4b und der Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b zu erkennen und bereichsweise die Charakteristiken der Flüssigkristallplatte Lc in Synchronisation mit der Drehung zu verändern.)

Vollreflexionsprismen 24a, 24b entsprechen den Vollreflexionsprismen 4a, 4b der ersten Ausführungsform. Polarisationsstrahlteiler 25a, 25b entsprechen den Polarisationsstrahlteilern 5a, 5b der ersten Ausführungsform. Die übrige Konfiguration der zweiten Ausführungsform ist ähnlich der der ersten Ausführungsform und wird daher an dieser Stelle der Beschreibung nicht beschrieben oder in den Zeichnungen gezeigt.

Es sei darauf hingewiesen, daß jeder in den Fig. 7 und 8 gezeigte Pfeil die Schwingungsrichtung einer linear polarisierten Komponente darstellt.

Die aus der von den Polarisationsstrahlteilern 23a, 23b, 23c, 23d reflektierten polarisierten Komponente erzeugten Lichtstrahlen treffen, wie in der ersten Ausführungsform, auf optische Systeme für einen Hauptbetrachter und für eine Fotoeinrichtung. Die aus den durch die Polarisationsstrahlteiler 23a, 23b, 23c, 23d hindurchgeleiteten polarisierten Komponenten erzeugten Lichtstrahlen werden durch die Flüssigkristallplatte Lc in ihrer Polarisationsrichtung verändert. Die Fig. 7 zeigt die Positionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters der des Hauptbetrachters gegenüber liegt, während Fig. 8 die Positionierung zeigt, bei der die Position des Nebenbetrachters relativ zu der des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

In der Positionierung nach Fig. 7 verändert die Flüssigkristallplatte Lc nicht die Polarisationsrichtung der durch die Polarisationsstrahlteiler 23a, 23b hindurchgeleiteten Lichtstrahlen, sondern sie verändert die Polarisationsrichtung der durch die Polarisationsstrahlteiler 23c, 23d hindurchgeleiteten Lichtstrahlen. Andererseits verändert in der Positionierung nach Fig. 8 die Flüssigkristallplatte Lc nicht die Polarisationsrichtung der durch die Polarisationsstrahlteiler 23a, 23c hindurchgeleiteten Lichtstrahlen, sondern sie verändert die Polarisationsrichtung der durch die Polarisationsstrahlteiler 23b, 23d hindurchgeleiteten Lichtstrahlen. Daher werden zwei von verschiedenen Seiten in die jeweiligen Polarisationsstrahlteiler 25a, 25b eintretende Lichtstrahlen, wie in der ersten Ausführungsform, zu einem Lichtstrahl kombiniert, der linear polarisierte Komponenten mit orthogonal zueinander angeordneten Schwingungsrichtungen aufweist.

Als Resultat kann gemäß der zweiten Ausführungsform ein ähnlicher Effekt wie bei der ersten Ausführungsform erreicht werden.

Gemäß der oben beschriebenen ersten Ausführungsform sind die auf den Polarisationsstrahlteilern 5a, 5b auftretenden Lichtstrahl nicht polarisiert, jedoch sind sie bei der Durchleitung (p-polarisierte Komponente) und der Reflexion (s-polarisierte Komponente) polarisiert. Als Resultat wird die Helligkeit der kombinierten Lichtstrahlen über die Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b im wesentlichen auf die halbe Helligkeit der einfallenden Lichtstrahlen reduziert. Im Gegensatz dazu kann gemäß der zweiten Ausführungsform, da den in die Polarisationsstrahlteiler 25a, 25b eintretenden Lichtstrahlen über die Polarisationsstrahlteiler 23a, 23b, 23c, 23d und die Flüssigkristallplatte Lc vorherbestimmte Polarisationskomponenten gegeben würden, der bei der ersten Ausführungsform auftretende Verlust an Lichtmenge

vermieden werden, und somit kann dem Nebenbetrachter ein Bild mit der gleichen Helligkeit wie das des Hauptbetrachters geliefert werden.

### Dritte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf die Fig. 9, 10 wird ein Stereomikroskop gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Gemäß der dritten Ausführungsform sind  $\lambda/2$ -Phasenplatten als polarisationsrichtungsändernde Glieder anstelle der Flüssigkristallplatte Lc der zweiten Ausführungsform vorgesehen. Polarisationsstrahlteiler 33a, 33b, 33c, 33d sind ähnlich zu den in der zweiten Ausführungsform verwendeten. Vollreflexionsprismen 34a, 34b und Polarisationsstrahlteiler 35a, 35b sind ähnlich zu den in der zweiten Ausführungsform verwendeten.  $\lambda/2$ -Phasenplatten h1, h2 dienen dazu, die Polarisationsrichtung der durch die Polarisationsstrahlteiler 33a, 33b, 33c hindurchgeleiteten polarisierten Komponenten um  $90^\circ$  zu drehen. In der Positionierung nach Fig. 9 dienen  $\lambda/2$ -Phasenplatten k1, k2 dazu, die Polarisationsrichtung der polarisierten Komponenten der Lichtstrahlen, die in das Prisma 34b und den Polarisationsstrahlteiler 35b eintreten sollen, jeweils um  $90^\circ$  zu drehen. Die übrige Konfiguration der dritten Ausführungsform ist ähnlich zu der der ersten oder zweiten Ausführungsform. Es sei erwähnt, daß die in den Fig. 9, 10 gezeigten Pfeile die Schwingungsrichtungen der linear polarisierten Komponenten der Lichtstrahlen darstellen.

In der Positionierung nach Fig. 9 (der Betrachtungspositionierung, bei der die Position eines Nebenbetrachters gegenüber der eines Hauptbetrachters liegt) haben die linear polarisierten Komponenten direkt nach dem Durchleiten durch die Polarisationsstrahlteiler 33a, 33b, 33c, 33d die gleiche Schwingungsrichtung. Von diesen vier Lichtstrahlen werden zwei Lichtstrahlen über die  $\lambda/2$ -Phasenplatten h1, h2 in ihrer Polarisationsrichtung verändert, nämlich um  $90^\circ$  gedreht. In dieser Stufe ist, wie in Fig. 9 gezeigt, die Schwingungsrichtung der polarisierten Komponente der durch die Polarisationsstrahlteiler 33b, 33c übertragenen Lichtstrahlen orthogonal zu der Schwingungsrichtung der polarisierten Komponente der durch die Polarisationsstrahlteiler 33a, 33d übertragenen Lichtstrahlen. Mit anderen Worten ist die Schwingungsrichtung der polarisierten Komponente jedes der vier Lichtstrahlen orthogonal zu der der benachbarten Lichtstrahlen.

Anschließend werden die vier Lichtstrahlen durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatten k1, k2 so umgewandelt, daß sie die gleiche Schwingungsrichtungsanordnung der polarisierten Komponenten aufzuweisen wie die aus der Flüssigkristallplatte Lc der zweiten, in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform austretenden Lichtstrahlen. Als Resultat werden die durch die Prismen 34a, 34b abgelenkten, nämlich reflektierten und in die Polarisationsstrahlteiler 35a, 35b eintretenden Lichtstrahlen sowie die durch die Polarisationsstrahlteiler 33c, 33d hindurchgeleiteten und in die Polarisationsstrahlteiler 35a, 35b eintretenden Lichtstrahlen zu Lichtstrahlen kombiniert, von denen jeder polarisierte Komponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen aufweist.

In der Positionierung nach Fig. 10 (d. h. der Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist) werden die  $\lambda/2$ -Phasenplatten k1, k2 zusammen mit den Prismen 34a, 34b und den Polarisationsstrahlteilern 35a, 35b gedreht, während die  $\lambda/2$ -Phasenplatten h1, h2 an den in Fig. 9 gezeigten Positionen fixiert sind. Als Resultat werden die vier Lichtstrahlen so umgewandelt, daß sie die gleiche Schwingungsrichtungsanordnung der polarisierten Komponenten aufweisen, wie die aus der Flüssigkristallplatte Lc

der in Fig. 8 gezeigten zweiten Ausführungsform austretenden Lichtstrahlen.

Wie zuvor erläutert, kann gemäß der dritten Ausführungsform ein zur zweiten Ausführungsform ähnlicher Effekt lediglich durch die Verwendung von  $\lambda/2$ -Phasenplatten erreicht werden, anstelle einer Flüssigkristallplatte und eines Steuersystems oder dergleichen zur Veränderung der Charakteristiken der Flüssigkristallplatte, wie sie in der zweiten Ausführungsform verwendet werden. Daher kann die dritte Ausführungsform einfacher konfiguriert werden als die zweite Ausführungsform.

### Vierte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf die Fig. 11, 12 wird das Stereomikroskop gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Fig. 11 zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Position eines Nebenbetrachters der eines Hauptbetrachters gegenüberliegt. Fig. 12 zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist.

In den Zeichnungen stellt das Bezugszeichen 41 eine Objektivlinse dar. Ein einzelnes afokales optisches System 42 mit variabler Vergrößerung ist koaxial mit der Objektivlinse 41 angeordnet. Polarisationsstrahlteiler 43a, 43b, 43c, 43d nehmen Lichtstrahlen aus einem einzelnen Lichtstrahl auf, der aus dem afokalen optischen System 42 mit variabler Vergrößerung austritt, und trennen diese in Polarisationskomponente für die Optiksyste me für den Hauptbetrachter, den Nebenbetrachter und die Fotoeinrichtung. In der Positionierung nach Fig. 11 lenken Prismen 44a, 44b die durch die Polarisationsstrahlteiler 43a, 43b hindurchgeleiteten Lichtstrahlen in Richtung auf das Betrachtungsoptiksystem (nicht gezeigt) für den Hauptbetrachter ab, und ein Prisma 45 lenkt den durch den Polarisationsstrahlteiler 43d hindurchgeleiteten und von dessen oberer Seite austretenden Lichtstrahl in Richtung des Fotooptiksystems für die Fotoeinrichtung ab.  $\lambda/2$ -Phasenplatten m1, m2 sind so konfiguriert, daß sie die Schwingungsrichtung der durch die Polarisationsstrahlteiler 43a, 43b reflektierten linear polarisierten Komponenten um  $90^\circ$  drehen. Die Polarisationsstrahlteiler 43a, 43b, 43c, 43d und die  $\lambda/2$ -Phasenplatten m1, m2 sind drehbar um die optische Achse der Objektivlinse 41 montiert. In der Positionierung nach Fig. 12 sind die Polarisationsstrahlteiler 43a, 43b, 43c, 43d und die  $\lambda/2$ -Phasenplatten m1, m2 gegenüber der Positionierung nach Fig. 11 um  $90^\circ$  gedreht.

Gemäß der vierten Ausführungsform werden zur Betrachtung durch den Hauptbetrachter zwei Lichtstrahlen über die Prismen 44a, 44b auf den Hauptbetrachter gelenkt. In der Positionierung nach Fig. 11 sind diese zwei Strahlen durch die Polarisationsstrahlteiler 43a, 43b hindurchgeleitet worden, während in der Positionierung nach Fig. 12 diese zwei Strahlen durch die Polarisationsstrahlteiler 43c, 43a hindurchgeleitet worden sind. Der Hauptbetrachter kann diese beiden Strahlen über das nicht gezeigte Betrachtungsoptiksystem stereoskopisch wahrnehmen.

Andererseits treffen zur Betrachtung durch den Nebenbetrachter die durch die Polarisationsstrahlteiler 43a, 43b reflektierten Lichtstrahlen auf den Polarisationsstrahlteilern 43c, 43d auf und werden durchgeleitet, nachdem die Schwingungsrichtung ihrer Polarisationskomponenten über die  $\lambda/2$ -Phasenplatten m1, m2 um  $90^\circ$  gedreht worden ist. In den Polarisationsstrahlteilern 43c, 43d werden diese zwei Lichtstrahlen jeweils mit zwei Lichtstrahlen kombiniert, die von dem Optiksyste m 42 mit variabler Vergrößerung aus direkt auf den Polarisationsstrahlteiler 43c, 43d eingefallen

sind, um dadurch reflektiert zu werden, wodurch diejenigen kombinierten Lichtstrahlen entstehen, von denen jeder Polarisationskomponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen aufweist. Die kombinierten Lichtstrahlen werden durch Polarisationsstrahlteiler (entsprechen den Polarisationsstrahlteilern 7a, 7b in den Fig. 1-4) wieder in gesonderte polarisierte Komponenten mit unterschiedlichen Schwingungsrichtungen (in den Zeichnungen nicht gezeigt) aufgetrennt. Von den wieder aufgetrennten Lichtstrahlen treten zwei Lichtstrahlen in das Betrachtungsoptiksystem (nicht gezeigt) für den Nebenbetrachter ein. Als Resultat kann der Nebenbetrachter eine stereoskopische Betrachtung über das Betrachtungsoptiksystem durchführen. Wie oben erläutert, kann gemäß der vierten Ausführungsform ein zu den ersten bis dritten Ausführungsformen ähnlicher Effekt erreicht werden.

#### Fünfte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf die Fig. 13-15 wird das Stereomikroskop gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Fig. 13 zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Position eines Nebenbetrachters der eines Hauptbetrachters gegenüberliegt. Fig. 14 zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist. Fig. 15 zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Positionen des Hauptbetrachters und des Nebenbetrachters im wesentlichen Seite an Seite liegen. In den Zeichnungen stellen die Bezugszeichen 51a, 51b Vollreflexionsprismen dar. Die Bezugszeichen 52a, 52b stellen Polarisationsstrahlteiler dar. Jede der  $\lambda/2$ -Phasenplatten q1, q2, q3 ist so konfiguriert, daß sie die Schwingungsrichtung eines aus einer linear polarisierten Komponente bestehenden einfallenden Lichtstrahls um  $90^\circ$  drehen kann. Die Vollreflexionsprismen 51a, 51b, die Polarisationsstrahlteiler 52a, 52b und die  $\lambda/2$ -Phasenplatten q1, q2, q3 sind um die Mittelachse c1 drehbar, die zwischen den Mittelachsen der auf den Vollreflexionsprismen 51a, 51b und den Polarisationsstrahlteilern 52a, 52b einfallenden Lichtstrahlen liegt.

Vollreflexionsprismen 54, 55, ein Polarisationsstrahlteiler 56 und ein Vollreflexionsprisma 57 sind so montiert, daß sie sich zusammen mit einem Vollreflexionsprisma 53 um die Zentralachse c1 drehen lassen. Zusätzlich sind der Polarisationsstrahlteiler 56 und das Vollreflexionsprisma 57 so angeordnet, daß sie zusammen mit dem Prisma 55 um die Zentralachse des aus dem Prisma 54 austretenden Lichtstrahls gedreht werden können.

Polarisationsstrahlteiler 58a, 58b, 58c, 58d und  $\lambda/2$ -Phasenplatten p1, p2 entsprechen jeweils den Polarisationsstrahlteilern 33a, 33b, 33c, 33d und den  $\lambda/2$ -Phasenplatten h1, h2 der dritten Ausführungsform und wirken in ähnlicher Weise. Daher wird an dieser Stelle auf deren Beschreibung verzichtet. Aus ähnlichen Gründen wird auf die Beschreibung und Veranschaulichung der variablen Vergrößerung und der Objektlinse, von der die Prismen 58a, 58b, 58c, 58d die Lichtstrahlen aufnehmen, verzichtet.

Was ferner die Betrachtung durch den Hauptbetrachter anbelangt, sind das optische Betrachtungssystem und der Weg der Lichtstrahlen zu dem optischen Betrachtungssystem ähnlich denen der ersten Ausführungsform, und daher wird auf eine Erklärung und Veranschaulichung verzichtet.

Eine Erläuterung erfolgt bezüglich der Betrachtung durch den Nebenbetrachter gemäß der fünften Ausführungsform. In der Positionierung nach Fig. 13 (der Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters gegenüber der des Hauptbetrachters liegt) wird zur Betrachtung durch den Nebenbetrachter ein durch das Prisma 58d hin-

durchgeleiteter Lichtstrahl durch das Prisma 51d abgelenkt und tritt in den Polarisationsstrahlteiler 52b ein. Andererseits tritt ein durch das Prisma 58c hindurchgeleiteter Lichtstrahl in den Polarisationsstrahlteiler 52b ein, nachdem die Schwingungsrichtung seiner polarisierten Komponente über die  $\lambda/2$ -Phasenplatten p2 um  $90^\circ$  gedreht worden ist. In dem Polarisationsstrahlteiler 52b werden zwei jeweils von dem Prisma 58d und dem Prisma 58c kommende Lichtstrahlen miteinander zu einem Lichtstrahl mit linear polarisierten Komponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen kombiniert.

Der kombinierte Lichtstrahl tritt dann in das Prisma 53 ein, um daran abgelenkt zu werden, tritt durch die Prismen 54, 55 hindurch und wird durch den Polarisationsstrahlteiler 56 wieder in einzelne linear polarisierte Komponenten mit unterschiedlichen Schwingungsrichtungen aufgetrennt. Die aufgetrennten Lichtstrahlen treten in das binokulare Betrachtungsoptiksystem (nicht gezeigt) für den Nebenbetrachter ein und werden als Bilder formiert, um über das Betrachtungsoptiksystem durch die linken und rechten Augen des Betrachters gesehen zu werden. Somit kann der Nebenbetrachter das Objekt stereoskopisch betrachten.

In der Positionierung nach Fig. 14 (der Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters relativ zu der des Hauptbetrachters verschwenkt ist) sind die Prismen 51a, 51b, die Polarisationsstrahlteiler 52a, 52b, die  $\lambda/2$ -Phasenplatten q1, q2, q3 und das Prisma 53 sowie die dahinter befindlichen Optikglieder gemeinsam aus der Positionierung nach Fig. 13 um  $90^\circ$  in Uhrzeigerrichtung um die Zentralachse C1 gedreht worden. In dieser Positionierung werden die durch die Prismen 58a, 58b hindurchgeleiteten Lichtstrahlen miteinander kombiniert, wieder aufgetrennt und als Bilder formiert, um durch die linken und die rechten Augen des Nebenbetrachters gesehen zu werden, wobei sie entlang eines Weges ähnlich dem in der Positionierung nach Fig. 13 laufen. Somit kann der Nebenbetrachter das Objekt stereoskopisch betrachten.

In der Positionierung nach Fig. 15 (der Betrachtungspositionierung, bei der die Positionen des Nebenbetrachters und des Hauptbetrachters Seite an Seite liegen) sind das Prisma 53 und die dahinter befindlichen Optikglieder aus der Positionierung nach Fig. 13 um  $90^\circ$  im Uhrzeigersinn um die Zentralachse c1 gedreht worden. Zusätzlich sind das Prisma 55 und die dahinter befindlichen Optikglieder, bezogen auf das Prisma 54, um die Mittelachse des aus dem Prisma 54 austretenden Lichtstrahls im Uhrzeigersinn um  $90^\circ$  gedreht worden. In dieser Positionierung werden die durch die Prismen 58a, 58b hindurchgeleiteten Lichtstrahlen miteinander zu einem Lichtstrahl mit linear polarisierten Komponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen kombiniert, und zwar durch den Polarisationsstrahlteiler 52a über die  $\lambda/2$ -Phasenplatten q1, q2, die die Schwingungsrichtungen der polarisierten Komponenten der jeweiligen Lichtstrahlen drehen, und über das Prisma 51a, das die Lichtstrahlen aus dem Prisma 58b ablenkt.

Die Schwingungsrichtungen der linear polarisierten Komponenten des kombinierten Lichtstrahls werden über die  $\lambda/2$ -Phasenplatte so um  $90^\circ$  gedreht, daß die Schwingungsrichtungsanordnung polarisierter Komponenten für die jeweiligen Augen des Betrachters mit der Positionierung nach den Fig. 13, 14 übereinstimmen. Der kombinierte Lichtstrahl wird dann über die Prismen 53, 54, 55 abgelenkt und durch den Polarisationsstrahlteiler 56 wieder in einzelne linear polarisierte Komponenten mit unterschiedlichen Schwingungsrichtungen aufgetrennt. Die aufgetrennten Lichtstrahlen treten in das optische System für den Nebenbetrachter (nicht gezeigt) ein und werden als Bilder formiert, um über das Betrachtungsoptiksystem von den linken

und rechten Augen des Betrachters gesehen zu werden. Somit kann der Nebenbetrachter das Objekt stereoskopisch betrachten.

Wie oben erläutert, kann gemäß der so konfigurierten fünften Ausführungsform ein zur ersten bis dritten Ausführungsform ähnlicher Effekt erreicht werden. Überdies kann eine Sperrigkeit des gesamten Mikroskops vermieden werden, da die Prismen 53, 54, 55 lediglich eine Größe für die Aufnahme eines einzelnen Lichtstrahls erfordern.

#### Sechste Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf die Fig. 16-18 wird ein Stereomikroskop gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Fig. 16 zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Position eines Nebenbetrachters der eines Hauptbetrachters gegenüberliegt. Fig. 17 zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Position des Nebenbetrachters in bezug auf die des Hauptbetrachters verschwenkt ist. Fig. 18 zeigt die Betrachtungspositionierung, bei der die Positionen des Hauptbetrachters und des Nebenbetrachters im wesentlichen Seite an Seite liegen. In den Zeichnungen stellt das Bezugszeichen 61 eine Objektivi-linse dar, die Bezugszeichen 62a, 62b stellen Vollreflexionsprismen dar, die Bezugszeichen 63a, 63b stellen Polarisationsstrahlteiler dar, die Bezugszeichen 64a, 64b stellen afokale optische Systeme mit variabler Vergrößerung dar, die die Vergrößerung der aus den Polarisationsstrahlteilern 63a, 63b austretenden Lichtstrahlen variieren, die Bezugszeichen 65a, 65b stellen Strahlteiler dar, das Bezugszeichen r1 stellt eine  $\lambda/2$ -Phasenplatte dar, die Bezugszeichen 66a, 66b stellen Polarisationsstrahlteiler dar und das Bezugszeichen 67 stellt ein Vollreflexionsprisma dar.

Die Vollreflexionsprismen 62a, 62b dienen dazu, zwei Lichtstrahlen aus der Objektivi-linse 61 jeweils in Richtung der Polarisationsstrahlteiler 63a, 63b abzulenken. Jeder der Polarisationsstrahlteiler 63a, 63b ist mit einer Polarisationsfilmbefläche versehen, die die gleich-polarisierte Komponente aus einem einfallenden, durch die Vollreflexionsprismen 62a bzw. 62b abgelenkten Lichtstrahl und aus einem direkt aus der Objektivi-linse 61 einfallenden Lichtstrahl überträgt. Das Vollreflexionsprisma 67 ist um die Mittelachse des einfallenden Lichtstrahls drehbar montiert.

Gemäß der sechsten Ausführungsform wird Licht vom Objekt über die als Kollimator wirkende Objektivi-linse 61 in einen afokalen Lichtstrahl verwandelt. Jedes der Vollreflexionsprismen 62a, 62b und jeder der Polarisationsstrahlteiler 63a, 63b nimmt einen Lichtstrahl aus dem einzelnen afokalen Strahl aus der Objektivi-linse 61 auf. Die in die Vollreflexionsprismen 62a, 62b eintretenden Lichtstrahlen werden abgelenkt und treten in die Polarisationsstrahlteiler 63a, 63b ein. In den Polarisationsstrahlteilern 63a, 63b werden diese Lichtstrahlen mit den Lichtstrahlen, die jeweils direkt von der Objektivi-linse 61 in die Polarisationsstrahlteiler 63a, 63b eintreten, kombiniert, um als kombinierte Lichtstrahlen auszutreten, von denen jeder linear polarisierte Komponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen aufweist. Die austretenden Lichtstrahlen werden durch die Strahlteiler 65a, 65b jeweils in durchgeleitete Lichtstrahlen und reflektierte Lichtstrahlen aufgetrennt, nachdem sie durch die mit variabler Vergrößerung arbeitenden Optiksyste-me 64a, 64b einer variablen Vergrößerung unterzogen wurden. Die durch die Strahlteiler 65a, 65b reflektierten Lichtstrahlen treten jeweils in ein Betrachtungsoptiksystem (nicht gezeigt) für den Hauptbetrachter und ein Fotooptiksystem (nicht gezeigt) ein, wobei jeder der reflektierten Lichtstrahlen durch einen nicht gezeigten Polarisationsstrahlteiler in linear polarisierte Komponenten mit unterschiedlichen

Schwingungsrichtungen aufgeteilt worden ist, bevor er in das Betrachtungsoptiksystem bzw. das Fotooptiksystem eintritt. Somit können die stereoskopische Betrachtung des Objekts durch den Hauptbetrachter und das Fotografieren des Objekts durch eine Fotoeinrichtung erreicht werden.

In der Positionierung nach Fig. 16 wird für die Betrachtung durch den Nebenbetrachter ein durch den Strahlteiler 65a hindurchgeleiteter Lichtstrahl von dem Polarisationsstrahlteiler 66a in linear polarisierte Komponenten mit voneinander abweichenden Schwingungsrichtungen aufgetrennt. Als Resultat wird ein Lichtstrahl, der dem durch das Prisma 62a abgelenkten Lichtstrahl entspricht, durch den Polarisationsstrahlteiler 66a hindurchgeleitet. Andererseits wird ein durch den Strahlteiler 65b hindurchgeleiteter Lichtstrahl von dem Polarisationsstrahlteiler 66b in linear polarisierte Komponenten mit zueinander unterschiedlichen Schwingungsrichtungen aufgetrennt, nachdem die Schwingungsrichtungen der polarisierten Komponenten über die  $\lambda/2$ -Phasenplatte r1 gedreht worden sind. Als Resultat wird ein Lichtstrahl, der dem durch das Prisma 62b abgelenkten Lichtstrahl entspricht, an den Polarisationsstrahlteilern 66b, 66a reflektiert. Daher entspricht ein in das Prisma 67 eintretender Lichtstrahl einem kombinierten Lichtstrahl, der aus den durch die Prismen 62a, 62b abgelenkten Lichtstrahlen erzeugt wird, die so miteinander kombiniert werden, daß die Schwingungsrichtungen ihrer jeweiligen linearen polarisierten Komponenten orthogonal zueinander sind. Dieser kombinierte Lichtstrahl wird durch das Prisma 67 abgelenkt und wieder in die linear polarisierten Komponenten mit unterschiedlichen Schwingungsrichtungen aufgetrennt. Die aufgetrennten Lichtstrahlen treten dann in ein binokulares Betrachtungsoptiksystem (nicht gezeigt) für den Nebenbetrachter ein. Somit kann der Nebenbetrachter das Objekt über diese Lichtstrahlen stereoskopisch betrachten.

In der Positionierung nach Fig. 17 ist das Prisma 67, ausgehend von der Positionierung nach Fig. 16, um  $90^\circ$  um die Mittelachse des darauf auftreffenden Lichtstrahls gedreht worden. Zusätzlich sind die Polarisationsstrahlteiler 66a, 66b und die  $\lambda/2$ -Phasenplatte r1 aus dem Lichtpfad entfernt worden.

In dieser Positionierung trifft der über das Prisma 62a und den Polarisationsstrahlteiler 63a kombinierte und durch den Strahlteiler 65a hindurchgeleitete Lichtstrahl direkt auf dem Prisma 67 auf und wird durch den nicht gezeigten Polarisationsstrahlteiler wieder aufgetrennt, um in das binokulare Betrachtungsoptiksystem für den Nebenbetrachter einzutreten. Somit kann der Nebenbetrachter das Objekt über diese Lichtstrahlen stereoskopisch betrachten.

In der Positionierung nach Fig. 18 sind die Polarisationsstrahlteiler 66a, 66b und die  $\lambda/2$ -Phasenplatte r1 in die Optikanordnung nach Fig. 17 eingesetzt worden.

In dieser Positionierung kann, wie in Fig. 18 gezeigt, der Nebenbetrachter eine stereoskopische Betrachtung unter Verwendung der auf den Prismen 62a, 62b einfallenden Lichtstrahlen an einer gegenüber der Positionierung nach Fig. 16 unterschiedlichen Stelle durchführen (in Fig. 18 an der im Uhrzeigersinn um  $90^\circ$  gedrehten Stelle).

Wie oben erläutert, kann gemäß der sechsten Ausführungsform ein zu den ersten bis dritten Ausführungsformen ähnlicher Effekt erreicht werden. Überdies können, da zwei afokale Optiksyste-me 64a, 64b mit variabler Vergrößerung gemeinsam für die Optiksyste-me für den Hauptbetrachter, den Nebenbetrachter und die Fotoeinrichtung verwendet werden, existierende Produkte verwendet werden, um eine Vergrößerung der Vorrichtung zu vermeiden.

## Siebte Ausführungsform

Die siebte Ausführungsform ist so konfiguriert, daß sie als Kombiner- oder Trenneinrichtung für Lichtstrahlen Mittel zum Trennen von Lichtstrahlen entsprechend der Wellenlänge anstelle der in Fig. 3 der ersten Ausführungsform gezeigten Polarisationsstrahlteiler 5a, 5b, 8a, 8b verwendet. Ein Beispiel der Spektraldurchleitcharakteristik dieser Mittel ist in Fig. 19 gezeigt. Die Verwendung einer Einrichtung mit einer solchen Spektralcharakteristik anstelle der Polarisationsstrahlteiler zum Kombinieren und Trennen der Lichtstrahlen kann einen zu der ersten Ausführungsform ähnlichen Effekt erreichen. Überdies tritt dort, wo Polarisation zur Kombination und Trennung von Lichtstrahlen verwendet wird, mehr oder weniger eine Verunregelmäßigung der Polarisationszustände an den Linsen und Prismen auf, die Bildverschlechterungen, wie Doppelbilder oder eine Verringerung des Kontrastes herbeiführen. Unter diesem Aspekt kann das Objektbild gemäß der siebten Ausführungsform in einem besseren Zustand betrachtet werden, ohne durch Linsen oder Prismen beeinträchtigt zu werden, da die Lichtstrahlen entsprechend der Wellenlänge aufgetrennt werden.

## Achte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf Fig. 20 wird das Stereomikroskop gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

In Fig. 20 stellt das Bezugszeichen 81 eine Objektivlinse dar, die Bezugszeichen 82a, 82b, 82c, 82d stellen afokale Optiksyste-  
30 me mit variabler Vergrößerung dar, die Bezugszeichen 83a, 83b, 83c, 83d, 87a, 87b stellen Spiegel dar, die Bezugszeichen 84, 86 stellen DMDs (Digitale Mikrospiegelgeräte) dar, die die Richtung oder Ablenkung verändern können, und das Bezugszeichen 85 stellt ein Prisma dar.

Die Spiegel 83a, 83b, 83c, 83d dienen dazu, die aus den afokalen Optiksyste-  
35 men 82a, 82b, 82c, 82d mit variabler Vergrößerung austretenden Lichtstrahlen auf das DMD 84 zu reflektieren. Das DMD 84 wird aus einem Feld von vielen Mikrospiegeln aufgebaut, die so gesteuert werden, daß sie binäre Hochgeschwindigkeitsumschaltungen ihrer Neigungswinkel durchführen, und dient dazu, aus den durch die Spiegel 83a, 83b, 83c, 83d abgelenkten Lichtstrahlen zwei Lichtstrahlen (in Fig. 20 diagonal angeordnete Lichtstrahlen) durch Wechsel der binären Neigungswinkel seiner Mikrospiegel unter hoher Geschwindigkeit gegen das Prisma 85 herauszulenken. Das DMD 86 ist ähnlich dem DMD 84 aus einem Feld von Mikrospiegeln aufgebaut und dient dazu, die zwei Lichtstrahlen durch Veränderung der binären Neigungswinkel seiner Mikrospiegel unter hoher Geschwindigkeit in Synchronisation mit dem DMD 84 jeweils auf die Spiegel 97a, 97b zu lenken.

Ferner sind das DMD 84, das Prisma 85, das DMD 86 und die Spiegel 87a, 87b gemeinsam um die optische Achse der Objektivlinse 81 drehbar montiert.

Gemäß der achten Ausführungsform wird Licht vom Objekt über die als Kollimator wirkende Objektivlinse 81 aufgenommen, um einen afokalen Lichtstrahl zu bilden. Jedes der afokalen Optiksyste-  
40 me 82a, 82b, 82c, 82d mit variabler Vergrößerung nimmt aus dem einzelnen afokalen Lichtstrahl aus der Objektivlinse 81 einen Lichtstrahl auf und läßt ihn als afokalen Lichtstrahl austreten. In der Positionierung nach Fig. 20 werden die aus den Optiksyste-  
45 men 82a, 82c mit variabler Vergrößerung austretenden Lichtstrahlen in einem Zeit-Multiplex-Modus durch sehr schnelle Umschaltung der Neigungswinkel der Mikrospiegel des DMD 84 auf einen Pfad eines einzelnen Lichtstrahls gelenkt. Der Lichtstrahl wird durch das Prisma 85 abgelenkt und anschließend

durch das DMD 86 in zwei Lichtstrahlen aufgetrennt, die mit den auf dem DMD 84 einfallenden Lichtstrahlen synchronisiert sind. Die aufgetrennten Lichtstrahlen werden durch die Spiegel 87a, 87b abgelenkt und vom Betrachter über ein Betrachtungsoptiksystem betrachtet. Somit kann der Betrachter das Objekt über die Lichtstrahlen, die jeweils durch die Optiksyste-  
5 me 82a, 82c mit variabler Vergrößerung hindurchtreten und eine Parallaxe zwischen sich hervorrufen, stereoskopisch betrachten.

Ferner wird, wenn das DMD 84, das Prisma 85, das DMD 86 und die Spiegel 87a, 87b um 90° gedreht werden, die Position des Betrachters wie in den ersten bis siebten Ausführungsformen verändert. In dieser Positionierung kann der Betrachter das Objekt über die Lichtstrahlen, die jeweils durch die Optiksyste-  
10 me 82b, 82d mit variabler Vergrößerung hindurchtreten und eine Parallaxe zwischen sich hervorrufen, betrachten.

Ferner kann, wenn Teilprismen (nicht gezeigt) zwischen den Optiksyste-  
15 men 82a, 82b, 82c, 82d mit variabler Vergrößerung und den Spiegeln 83a, 83b, 83c, 83d so eingesetzt sind, daß die geteilten Strahlen für ein Fotosystem und für einen Hauptbetrachter verwendet werden, der im wesentlichen gleiche Effekt wie in den ersten bis siebten Ausführungsformen erreicht werden.

## Neunte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf die Fig. 21, 22 wird das Stereomikroskop gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Eine als Kollimator wirkende Objektivlinse 91 nimmt Licht von einem Objekt auf, um es als afokalen Lichtstrahl austreten zu lassen. Ein Polarisationsstrahlteiler 92 kombiniert zwei Lichtstrahlen. Ein dreieckiges Prisma 93 reflektiert einen Lichtstrahl von der Objektivlinse 91 in Richtung des Polarisationsstrahlteilers 92. Das Bezugszeichen 94 stellt eine  $\lambda/2$ -Phasenplatte dar. Afokale Optiksyste-  
30 me 95 mit variabler Vergrößerung nehmen zwei Lichtstrahlen aus dem vom Polarisationsstrahlteiler 92 kommenden kombinierten einzelnen Lichtstrahl auf. Ein Polarisationsstrahlteiler 96 trennt jeden der kombinierten Lichtstrahlen auf. Das Bezugszeichen 97 stellt ein dreieckiges Prisma dar. Die Bezugszeichen 98, 99 stellen Beleuchtungsoptiksyste-  
35 me dar, das Bezugszeichen 100 stellt eine Beleuchtungsfeldblende dar, das Bezugszeichen 101 stellt eine Lichtführung dar und das Bezugszeichen 102 stellt eine Lichtquelle dar. Ein Optiksyste-  
40 m 103 fokussiert einen Lichtstrahl aus der Lichtquelle 102 auf der Lichtführung 101.

Fig. 22 zeigt einen Teil der in Fig. 21 gezeigten Optik-  
45 konfiguration, wie sie von der Oberseite des dreieckigen Prismas 93 in Richtung der Objektivlinse 91 zu sehen ist. Wie in Fig. 22 deutlich zu sehen ist, sind die Optiksyste-  
50 me 95 mit variabler Vergrößerung paarweise in einer Ebene normal zu der Ansichtebene der Fig. 21 ausgerichtet. Der Polarisationsstrahlteiler 92 und das dreieckige Prisma 93 sind ausreichend groß ausgebildet, um beide der zwei Optiksyste-  
55 me 95 mit variabler Vergrößerung mit Lichtstrahlen zu versorgen, und sind derart parallel über der Objektivlinse 91 angeordnet, daß der durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatte und durch den Polarisationsstrahlteiler 92 hindurchgeleitete Lichtstrahl und der vom dreieckigen Prisma 93 und vom Polarisationsstrahlteiler 92 reflektierte Lichtstrahl eine gemeinsame Achse haben und aus jeweils linear polarisierten Komponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen zusammengesetzt sind. Der Polarisationsstrahlteiler 96 dient dazu, die aus den Optiksyste-  
60 men 95 mit variabler Vergrößerung austretenden Lichtstrahlen entsprechend den Schwingungsrichtungen der in den Lichtstrahlen enthalte-



nen linear polarisierten Komponenten in reflektierte Lichtstrahlen und durchgeleitete Lichtstrahlen aufzutrennen.

Die Austrittseite der Lichtführung 101 ist als ein Rechteck ausgebildet, ähnlich der Form der Seitenfläche des Polarisationsstrahlteilers 92. Die Austrittsseite wird durch die Beleuchtungsoptiksysteme 98, 99 in die Nähe des Polarisationsstrahlteilers 92 projiziert. Die Beleuchtungsfeldblende 100 ist so angeordnet, daß sie im wesentlichen mit der zugeordneten Position einer Objektoberfläche, deren Position durch das Beleuchtungsoptiksystem 98 und die Objektivlinse 91 bestimmt wird, mit dem Rückseitenfokalfunkt des Beleuchtungsoptiksystems 98 und mit dem Vorderseitenfokalfunkt des Beleuchtungsoptiksystems 99 übereinstimmt. Die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 94 dient dazu, die Schwingungsrichtung der linear polarisierten Komponenten, die in dem aus dem Beleuchtungsoptiksystem 98 austretenden und durch den Polarisationsstrahlteiler 92 reflektierten Lichtstrahl enthalten sind, zu drehen. Der Polarisationsstrahlteiler 92 läßt die Achse des durch die Betrachtungsoptiksysteme 98, 99 hindurchtretenden Lichtstrahls mit der Achse des für die Betrachtung verwendeten Lichtstrahls zusammenfallen.

Die Beleuchtungsoptiksysteme 98, 99 werden nun im folgenden detaillierter beschrieben. Der aus der Lichtquelle 102 austretende Lichtstrahl tritt über die Linse 103 in die Lichtführung 101 ein. Der aus der Lichtführung austretende Lichtstrahl wird dann durch das als Kollimator wirkende Beleuchtungsoptiksystem 99 aufgenommen, tritt durch das Beleuchtungsoptiksystem 98 hindurch und wird in den durch den Polarisationsstrahlteiler 92 reflektierten Lichtstrahl und den durch jenen hindurchgeleiteten Lichtstrahl aufgetrennt. Der reflektierte Lichtstrahl tritt durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatte hindurch, wobei die Schwingungsrichtung seiner linear polarisierten Komponente um  $90^\circ$  gedreht wird, und beleuchtet die Objektoberfläche über die Objektivlinse 91. Andererseits wird der durchgeleitete Lichtstrahl durch das dreieckige Prisma 93 reflektiert und beleuchtet die Objektoberfläche über die Objektivlinse 91.

Die Beleuchtungsoptiksysteme 98, 99 und die Objektivlinse 91 bilden ein Köhler-Beleuchtungsoptiksystem mit der Austrittsseite der Lichtführung 101 als Lichtquelle. Da die Beleuchtungsfeldblende 100 im Rückseitenfokalfunkt des Betrachtungsoptiksystems 98 angeordnet ist, können das durch den Polarisationsstrahlteiler 92 hindurchgeleitete Beleuchtungslicht und das dort reflektierte Beleuchtungslicht die Objektoberfläche mit der gleichen Helligkeitsverteilung beleuchten, und zwar trotz des Unterschiedes in der konvertierten Länge des durch die Luft führenden Weges zur Objektivlinse 91. Überdies müßten, wenn der Polarisationsstrahlteiler 92 und das dreieckige Prisma 93 in Richtung der Optiksysteme 95 mit variabler Vergrößerung größer ausgebildet würden, die variablen Vergrößerungssysteme 95 und der Polarisationsstrahlteiler 96 an einer höheren Position angeordnet werden, wodurch die Position der Betrachteraugen (Augenpunkte) weiter von der Position der Objektoberfläche entfernt wären, eine Positionierung, die für eine chirurgische Operation unbequem ist. Daher ist die Konfiguration gemäß der neunten Ausführungsform so getroffen, daß der Polarisationsstrahlteiler 92 und das dreieckige Prisma 93 in Horizontalrichtung langgestreckt ausgebildet sind, und daß die Austrittsseite der Lichtführung 101, die entsprechend dem Polarisationsstrahlteiler 93 als in Horizontalrichtung langgestrecktes Rechteck ausgebildet ist, in die Nähe der Seitenflächen des Polarisationsstrahlteilers 92 projiziert wird. Als Resultat ist der Querschnitt des Beleuchtungslichtstrahls als in Horizontalrichtung langgestrecktes Rechteck in der Nähe des Polarisationsstrahlteilers 92 ausgebildet, und somit kann der für die Beleuchtung durch den Polarisationsstrahlteiler 92 hindurchgeleitete oder dort reflek-

tierte Lichtstrahl die Objektoberfläche effizient beleuchten, ohne das Erfordernis, die Augenpunkte auf eine höhere Position zurückzunehmen.

Als nächstes wird das Betrachtungsoptiksystem detaillierter beschrieben. Aus dem von der Objektoberfläche reflektierten und durch die Objektivlinse 91 hindurchgeleiteten Licht werden ein durch das dreieckige Prisma 93 reflektierter und anschließend durch den Polarisationsstrahlteiler 92 reflektierter Lichtstrahl sowie ein durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 94 und den Polarisationsstrahlteiler 92 hindurchgeleiteter Lichtstrahl so miteinander kombiniert, daß die Schwingungsrichtungen ihrer linear polarisierten Komponenten orthogonal zueinander sind. Der auf diese Weise kombinierte Lichtstrahl wird durch die Optiksysteme 95 mit variabler Vergrößerung hindurchgeleitet und in zwei linear polarisierte Komponenten mit zueinander orthogonalen Schwingungsrichtungen aufgetrennt. Da die Optiksysteme 95 mit variabler Vergrößerung paarweise vorgesehen sind, treten die Lichtstrahlen, die vier Bilder mit Parallaxen zueinander hervorrufen, durch die zwei Optiksysteme 95 mit variabler Vergrößerung hindurch und werden wieder in vier Lichtstrahlen aufgetrennt.

Gemäß dieser Konfiguration können sowohl der Hauptbetrachter als auch der Nebenbetrachter ohne Rücksicht auf die Art der optischen Systeme, die hinter dem dreieckigen Prisma 97 und dem Polarisationsstrahlteiler 96 montiert sind, stereoskopische Betrachtungen durchführen; die hinter dem Optiksystem mit variabler Vergrößerung gemäß den ersten bis fünften Ausführungsformen angeordneten optischen Abschnitte oder bekannte optische Abschnitte, die hinter einem Optiksystem mit variabler Vergrößerung angeordnet sind, können verwendet werden. Da diese Konfiguration nicht vier Optiksysteme mit variabler Vergrößerung erfordert, kann der Vorteil der reduzierten Anzahl von Optiksystemen mit variabler Vergrößerung zur Herstellungskostenreduzierung und zur Größenreduzierung genutzt werden.

Die gesamte Vorrichtung kann, wenn der Polarisationsstrahlteiler 92, die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 94, das dreieckige Prisma 97 und der Polarisationsstrahlteiler 96 entnehmbar ausgebildet sind, als bekanntes Stereomikroskop behandelt werden.

Im allgemeinen wird Beleuchtungslicht gelegentlich an der Vorder- oder Rückseite der Objektivlinse reflektiert und stellt unerwünschtes Licht dar. Gemäß der neunten Ausführungsform jedoch ergibt sich, da die  $\lambda/2$ -Phasenplatte vorgesehen ist, daß selbst dann, wenn Beleuchtungslichtstrahlen aus den Beleuchtungsoptiksystemen 98, 99, die durch den Polarisationsstrahlteiler 92 reflektiert und durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 94 hindurchgeleitet worden sind, an der Vorder- oder Rückseite der Objektivlinse 91 reflektiert werden und in das dreieckige Prisma 93 eintreten, um daran reflektiert zu werden, diese Lichtstrahlen über den Polarisationsstrahlteiler 92 daran gehindert werden, in die Optiksysteme 95 mit variabler Vergrößerung einzutreten. In ähnlicher Weise gilt, daß selbst dann, wenn Beleuchtungslichtstrahlen aus den Beleuchtungsoptiksystemen 98, 99, die durch den Polarisationsstrahlteiler 92 hindurchgeleitet und durch das Dreieckprisma 93 reflektiert worden sind, an der Vorder- oder der Rückseite der Objektivlinse 91 reflektiert und durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatte hindurchgeleitet werden, diese Lichtstrahlen über den Polarisationsstrahlteiler 92 daran gehindert werden, in die Optiksysteme 95 mit variabler Vergrößerung einzutreten. Als Resultat können der Hauptbetrachter und der Nebenbetrachter das Objektbild stereoskopisch wahrnehmen, und zwar bei heller Beleuchtung, die koaxial mit dem Betrachtungsoptiksystem durchgeführt wird, ohne durch unerwünschtes in das Betrachtungsoptik-

system hineingelanges Licht gestört zu werden.

#### Zehnte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf die Fig. 23–25 wird das Stereomikroskop gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Das Bezugszeichen 201 stellt eine afokale Objektlinse dar. Ein Paar von Strahlteilern 202, 203 ist parallel über der Objektlinse 201 angeordnet. Eine  $\lambda/2$ -Phasenplatte 204 dient dazu, die Polarisationsrichtung eines vom Polarisationsstrahlteiler 202 reflektierten Lichtstrahls zu drehen. Eine  $\lambda/4$ -Phasenplatte 205 dient dazu, die Polarisationsphasenkomponente eines durch die Objektlinse 201 und den Polarisationsstrahlteiler 203 hindurchgeleiteten Lichtstrahls um  $1/4\lambda$  zu verschieben. Ein Spiegel 206 dient dazu, einen durch die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 205 hindurchgeleiteten Lichtstrahl wieder zurück auf die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 205 zu reflektieren. Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung sind so angeordnet, daß sie sich, bezogen auf die optische Achse der Objektlinse 201, seitlich erstrecken. Dreieckige Prismen 208, 209 und Übertragungsoptiksysteme 210 dienen dazu, Lichtstrahlen aus den Optiksystemen 207 mit variabler Vergrößerung an eine Position im wesentlichen über der Objektlinse 201 zurückzuleiten. Ein Polarisationsstrahlteiler 211 dient dazu, Lichtstrahlen aus den Übertragungsoptiksystemen 210 durch Durchleitung und Reflexion aufzutrennen. Eine  $\lambda/2$ -Phasenplatte 212 dient dazu, die Schwingungsrichtung der durch den Polarisationsstrahlteiler 211 hindurchgeleiteten polarisierten Komponente um  $90^\circ$  zu drehen. Ein Polarisationsstrahlteiler 213 dient dazu, durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 212 hindurchgeleitete Lichtstrahlen zu reflektieren. Eine  $\lambda/4$ -Phasenplatte 214 dient dazu, die Polarisationsphasenkomponente der durch den Polarisationsstrahlteiler 211 reflektierten Lichtstrahlen um  $1/4\lambda$  zu verschieben. Ein Spiegel 215 dient dazu, durch die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 214 hindurchgeleitete Lichtstrahlen wieder zurück auf die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 214 zu reflektieren. Eine Lichtführung 216 überträgt Licht von einer Lichtquelle. Eine Kollimatorlinse 217 verarbeitet einen aus der Lichtführung 216 austretenden Lichtstrahl. Eine Beleuchtungsfeldblende 218 ist an der Vorderseitenfokallposition der Kollimatorlinse 217 angeordnet. Eine Beleuchtungslinse 219 ist so angeordnet, daß ihre Rückseitenfokallposition mit der Position der Beleuchtungsfeldblende 218 übereinstimmt. Ein Strahlteiler 220 trennt mittels der polarisierten Komponente einen aus der Beleuchtungslinse 219 austretenden Lichtstrahl in reflektiertes Licht und durchgeleitetes Licht auf. Eine  $\lambda/2$ -Phasenplatte 221 dient dazu, die Polarisationssebene des durch den Polarisationsstrahlteiler 220 reflektierten Lichts um  $90^\circ$  zu drehen. Ein dreieckiges Prisma 222 reflektiert durch den Polarisationsstrahlteiler 220 hindurchgeleitetes Licht. Ein Beleuchtungslinsensystem 223 ist vorgesehen, um zu bewirken, daß ein durch das dreieckige Prisma 222 reflektierter Lichtstrahl eine Objektoberfläche beleuchtet. Ein Prisma 224 leitet einen aus dem Beleuchtungslinsensystem austretenden Lichtstrahl auf die Objektoberfläche. Das Bezugszeichen 225 stellt eine  $\lambda/2$ -Phasenplatte dar.

Die Zentralachse des durch den Polarisationsstrahlteiler 220 reflektierten Beleuchtungslichtstrahls ist so konfiguriert, daß sie mit der Mittelachse des durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 221 und den Polarisationsstrahlteiler 202 hindurchgehenden Betrachtungslichtstrahls zusammenfällt. Ferner wird jedes Paar der Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung und der Übertragungsoptiksysteme 210 entlang einer Ebene normal zur Zeichenebene von Fig. 23 ausgerichtet.

Gemäß der zehnten Ausführungsform tritt aus der Lichtführung 216 austretendes Licht über die Kollimatorlinse 217

und die Beleuchtungslinse 219 in den Polarisationsstrahlteiler 220 ein und wird dort in durchgeleitetes Licht und reflektiertes Licht aufgetrennt. Ein durch den Polarisationsstrahlteiler 220 reflektierter Lichtstrahl wird zur Beleuchtung der Objektoberfläche durch den Polarisationsstrahlteiler 202 hindurchgeleitet, nachdem seine Polarisationssebene über die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 221 um  $90^\circ$  gedreht worden ist.

Ein durch den Polarisationsstrahlteiler 220 hindurchgeleiteter Lichtstrahl wird durch das dreieckige Prisma 22 reflektiert, tritt durch das Beleuchtungslinsensystem 223 hindurch und wird durch das Prisma 224 abgelenkt, um die Objektoberfläche zu beleuchten. Es sei erwähnt, daß die Ausgangsseite der Lichtführung 216 durch die Kollimatorlinse 217 und die Beleuchtungslinse 219 in die Nähe des Polarisationsstrahlteilers 220 projiziert wird.

Aus dem vom Objekt reflektierten und durch die Objektlinse 201 hindurchgeleiteten Licht wird ein durch den Polarisationsstrahlteiler 202 reflektierter Lichtstrahl, nachdem seine Polarisationssebene über die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 204 um  $90^\circ$  gedreht worden ist, durch den Polarisationsstrahlteiler 203 hindurchgeleitet, um in die Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung einzutreten, während ein durch die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 225 hindurchgeleiteter Lichtstrahl durch den Polarisationsstrahlteiler 203 hindurchgeleitet wird, in seiner Phase über die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 204 um  $1/4\lambda$  verschoben wird, nach der Reflexion am Spiegel 206 wieder in die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 205 eintritt, damit sich seine Phase erneut um  $1/4\lambda$  dreht, und durch den Polarisationsstrahlteiler 203 reflektiert wird, um in die Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung einzutreten. Als Resultat werden der über die Objektlinse 201 in den Polarisationsstrahlteiler 202 eintretende Lichtstrahl und der über die Objektlinse 201 in die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 225 eintretende Lichtstrahl miteinander kombiniert, wobei ihre Polarisationssebenen um  $90^\circ$  zueinander versetzt werden, um in die Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung zu gelangen.

Die kombinierten Lichtstrahlen, die in die Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung eintreten, laufen durch die Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung hindurch und werden über die dreieckigen Prismen 208, 209 und die Übertragungsoptiksysteme 210 an eine Position oberhalb der Objektlinse 201 zurück umgelenkt, um in den Polarisationsstrahlteiler 211 einzutreten. Die kombinierten Lichtstrahlen werden entsprechend ihrer polarisierten Komponenten in reflektierte Lichtstrahlen und durchgeleitete Lichtstrahlen aufgetrennt. Die so aufgetrennten durchgeleiteten Lichtstrahlen werden über die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 212 dazu gebracht, ihre Polarisationssebene um  $90^\circ$  zu drehen, und werden durch den Polarisationsstrahlteiler 213 reflektiert. Andererseits werden die so aufgetrennten reflektierten Lichtstrahlen über die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 214 durch den Spiegel 215 reflektiert und wieder durch die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 214 durchgeleitet, um in den Polarisationsstrahlteiler 213 einzutreten. Da die Polarisationssebene dieser Lichtstrahlen über das zweimalige Durchleiten durch die  $\lambda/4$ -Phasenplatte 214 um  $90^\circ$  gedreht worden ist, werden die Lichtstrahlen diesmal durch den Polarisationsstrahlteiler 211 hindurchgeleitet. Die jeweils aus der oberen Fläche der Polarisationsstrahlteiler 211 und 213 austretenden Lichtstrahlen sind zu den jeweils aus den oberen Flächen des dreieckigen Prismas 97 und des Polarisationsstrahlteilers 96 der neunten Ausführungsform austretenden Lichtstrahlen äquivalent. Daher können, wie im Fall der neunten Ausführungsform beschrieben, durch Anordnung solcher optischer Systeme hinter den Polarisationsstrahlteilern 211 und 213 sowohl der Hauptbetrachter als auch der Nebenbetrachter das gleiche Objektbild stereoskopisch sehen.

Da vier Lichtstrahlen mit Parallaxe zueinander durch die



Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung und die Übertragungsoptiksysteme 210 hindurchgehen, um zu zwei Lichtstrahlen kombiniert zu werden, und nach dem Durchleiten durch diese Systeme wieder aufgetrennt werden, kann jedes Paar der Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung und der Übertragungsoptiksysteme 210 äquivalent zu einer Viereranordnung konventioneller Optiksysteme wirken. Als Resultat kann ein kompaktes Stereomikroskop bei niedrigen Herstellungskosten geschaffen werden.

Im allgemeinen kann eine einmalige Durchleitung des Lichts durch einen Strahlteiler dieses nicht vollständig über den gesamten sichtbaren Wellenlängenbereich in polarisierte Komponenten auftrennen. Jeder der kombinierten und aufgetrennten Lichtstrahlen enthält mehr oder weniger andere Strahlen. Zwar kann vor der Eingangsfläche jedes Strahlteilers eine Polarisationsplatte angeordnet werden, um dieses Problem zu lösen, jedoch absorbiert die polarisierende Platte weitgehend Strahlen, mit dem Ergebnis, den Bereich spürbar abzudunkeln. Daher sind gemäß der vorliegenden Erfindung sämtliche der vier Lichtstrahlen mit Parallaxe dazu bestimmt, jedesmal, wenn sie kombiniert oder aufgetrennt werden, zweimal in die Strahlteiler einzutreten. Daher kann ein Bild mit guter Qualität ohne Überlagerungen zwischen den Komponenten in einem kombinierten Lichtstrahl erzielt werden.

Da die Optiksysteme 207 mit variabler Vergrößerung horizontal angeordnet sind und die Übertragungsoptiksysteme 210 die Lichtstrahlen zurückübertragen, kann der Augenpunkt an einer tieferen Position angesetzt werden als in dem Fall, bei dem das Optiksystem mit variabler Vergrößerung, wie in der neunten Ausführungsform, vertikal angeordnet ist.

Das Beleuchtungsoptiksystem gemäß der zehnten Ausführungsform dient dazu, sowohl die koaxiale Beleuchtung mit dem Betrachtungssystem als auch die im wesentlichen am Objekt abgewinkelte schräge Beleuchtung durchzuführen. Ein solcher Beleuchtungsmodus ist bei einem Stereomikroskop, das in der Augenheilkunde angewendet wird, strengstens erforderlich. Die zehnte Ausführungsform kann den Beleuchtungsmodus bereitstellen, der diese Anforderung erfüllt. Ferner kann, wenn ein Betrachter Betrachtungen durchführen möchte, die allein die Schrägbeleuchtung verwenden, dies lediglich durch Entfernen des Polarisationsstrahlteilers 220 ermöglicht werden. Da die Feldblende 218 am Rückseitenfokalfunkt der Beleuchtungslinse 219 angeordnet ist, ist der Lichtstrahl in der Nähe des Polarisationsstrahlteilers 220 ein afokaler Lichtstrahl. Daher kann der Betrachter das Beleuchtungslicht dazu bringen, die Objektoberfläche in einem guten Ausleuchtzustand zu beleuchten, ohne die Beleuchtungshelligkeit oder die Größe des Bereichs durch Einsetzen oder Entfernen des Polarisationsstrahlteilers in den bzw. aus dem Pfad zu verändern.

Da die Austrittsfläche der Lichtführung, wie in der neunten Ausführungsform, als in Horizontalrichtung langgestrecktes Rechteck geformt ist, kann gemäß der zehnten Ausführungsform das Beleuchtungslicht die Objektoberfläche in gutem Zustand beleuchten, während der Augenpunkt an einer niedrigen Position gehalten wird.

Da der durch den Polarisationsstrahlteiler 220 reflektierte Beleuchtungslichtstrahl, wie in dem Fall der neunten Ausführungsform, dazu bestimmt ist, in die Objektivlinse 201 einzutreten, würde dies unerwünschte Strahlen erzeugen, die die Betrachtung des Bildes stören würden. Daher dient die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 225 gemäß der vorliegenden Erfindung dazu, die Polarisationsrichtung der in den Polarisationsstrahlteiler 203 eintretenden Strahlen um  $90^\circ$  zu drehen. Als Resultat ergibt sich, daß selbst dann, wenn Beleuchtungslichtstrahlen, die durch den Polarisationsstrahlteiler 220 re-

flektiert und durch den Polarisationsstrahlteiler 202 hindurchgeleitet worden sind, an der vorderen oder hinteren Fläche der Objektivlinse 201 reflektiert werden und in den Polarisationsstrahlteiler 203 eintreten, diese Lichtstrahlen vom Polarisationsstrahlteiler 203 reflektiert werden und somit nicht in das Betrachtungssystem eintreten, weil ihre Polarisationssebene vorher über die  $\lambda/2$ -Phasenplatte 225 um  $90^\circ$  gedreht wurde. Ferner, selbst wenn Beleuchtungslichtstrahlen von der vorderen oder der hinteren Oberfläche der Objektivlinse 201 zurückreflektiert werden und wieder in den Polarisationsstrahlteiler 202 eintreten, werden sie auch dieses Mal durch den Polarisationsstrahlteiler hindurchgeleitet und treten damit nicht über den Polarisationsstrahlteiler 203 in das Betrachtungssystem ein. Daher kann gemäß der zehnten Ausführungsform das Bild in einem guten Zustand frei von unerwünschtem Licht betrachtet werden.

#### Patentansprüche

1. Stereomikroskop **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens drei Lichtstrahlen definiert werden, die jeweilige Bilder mit Parallaxe zueinander hervorrufen; daß eine erste Kombiniereinrichtung (5a, 5b; 25a, 25b; 35a, 35b; 43c, 43d; 52a, 52b; 63a, 63b; 84; 92; 203) vorgesehen ist, die wenigstens zwei der Lichtstrahlen, die die Bilder mit Parallaxe hervorrufen, miteinander kombiniert; und daß eine Trenneinrichtung (7a, 7b; 56; 86; 96; 211) vorgesehen ist, die die durch die erste Kombiniereinrichtung kombinierten Lichtstrahlen wieder trennt.
2. Stereomikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kombiniereinrichtung und die Trenneinrichtung jeweils wenigstens einen ersten Polarisationsstrahlteiler umfassen.
3. Stereomikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ablenkglied (4a, 4b; 24a, 24b; 34a, 34b; 43a, 43b; 51a, 51b) vorgesehen ist, um wenigstens einen der die Bilder hervorrufenden Lichtstrahlen in Richtung der ersten Kombiniereinrichtung abzulenken, und daß das Ablenkglied zusammen mit der Kombiniereinrichtung drehbar ist.
4. Stereomikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Betrachtungsoptiksystem (10, 12) vorgesehen ist, das wenigstens ein Paar Abbildungslinsen und ein Paar Okularlinsen für die linken und rechten Augen eines Betrachters aufweist, und daß zwei der durch die Trenneinrichtungen getrennten Lichtstrahlen wahlweise in das Betrachtungsoptiksystem eingeleitet werden.
5. Stereomikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Ablenkglied (67; 85) zwischen der ersten Kombiniereinrichtung und der Trenneinrichtung zum Ablenken des kombinierten Lichtstrahls angeordnet ist und daß das Ablenkglied um die Achse des darauf einfallenden Lichtstrahls drehbar ist.
6. Stereomikroskop nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Kombiniereinrichtung (66a) zwischen der ersten Kombiniereinrichtung und dem Ablenkglied angeordnet ist und daß die zweite Kombiniereinrichtung in Abhängigkeit von der Drehung des Ablenkgliedes in den Pfad hinein- oder aus ihm herausbewegbar ist.
7. Stereomikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Polarisationsrichtungsänderungsglied ( $L_c$ ;  $h_1, h_2$ ;  $k_1, k_2$ ;  $m_1, m_2$ ;  $p_1, p_2, q_1, q_2$ ) auf der Einfallsseite der ersten Kombiniereinrichtung angeordnet ist und daß das Polarisationsrichtungsänderungsglied

rungsglied dazu dient, wenigstens zwei der Lichtstrahlen mit Parallaxe durchzuleiten.

8. Stereomikroskop nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Polarisationsrichtungsänderungsglied eine Flüssigkristallplatte ist, die dazu dient, ihren Polarisationsänderungsvorgang in Übereinstimmung mit der gemeinsamen Drehung des Ablenkgliedes und der Kombiniereinrichtung zu verändern.

9. Stereomikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Optikglied so angeordnet ist, daß die Polarisationszustände aneinandergrenzender Lichtstrahlen, die Bilder mit Parallaxe hervorrufen, zueinander orthogonal sind.

10. Stereomikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die erste Kombiniereinrichtung und die Trenneinrichtung mit einer  $\lambda/4$ -Phasenplatte (205, 214) versehen sind, die dazu dient, die Phase der durch die erste Kombiniereinrichtung oder die Trenneinrichtung hindurchgeleiteten oder von diesen reflektierten Lichtstrahlen um  $1/4 \lambda$  zu verschieben, wobei  $\lambda$  die Wellenlänge ist, und ferner versehen ist mit einem Reflexionsglied (206, 215), das dazu dient, die durch die  $\lambda/4$ -Phasenplatte durchgeleiteten Lichtstrahlen zurück auf die  $\lambda/4$ -Phasenplatte zu reflektieren.

11. Stereomikroskop nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Polarisationsstrahlteiler (202) vorgesehen ist, der wenigstens einen der Bilder mit Parallaxe hervorrufenden Lichtstrahlen auf den ersten Polarisationsstrahlteiler reflektiert, und daß ein Polarisationsrichtungsänderungsglied (204) vorgesehen ist, das zwischen dem zweiten Polarisationsstrahlteiler und dem ersten Polarisationsstrahlteiler angeordnet ist und die Polarisationsrichtung des von dem zweiten Polarisationsstrahlteiler reflektierten polarisierten Lichtstrahls verändert.

12. Stereomikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein zweiter Polarisationsstrahlteiler (202) vorgesehen ist, der wenigstens einen der Bilder mit Parallaxe hervorrufenden Lichtstrahlen auf den ersten Polarisationsstrahlteiler reflektiert, und daß ein Beleuchtungsoptiksystem (217, 219) vorgesehen ist, das Beleuchtungslicht zur Beleuchtung der Objekt Oberfläche längs der Durchleitrichtung durch den zweiten Polarisationsstrahlteiler erzeugt.

13. Stereomikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein Reflexionsglied (93) vorgesehen ist, das wenigstens einen der Bilder mit Parallaxe hervorrufenden Lichtstrahlen auf den ersten Polarisationsstrahlteiler reflektiert, und daß ein Beleuchtungsoptiksystem (98, 99) vorgesehen ist, das Beleuchtungslicht von einer Seite des ersten Polarisationsstrahlteilers in das Stereomikroskop einleitet, wobei diese Seite unterschiedlich zu der Oberfläche ist, aus der der durch den ersten Polarisationsstrahlteiler kombinierte Lichtstrahl in Richtung der Trenneinrichtung austritt.

14. Stereomikroskop mit an unterschiedlichen Positionen angeordneten Öffnungen, um Bilder mit Parallaxe zueinander zu erhalten; einer Ablenkeinrichtung (202, 203, 205, 206), die die vom Objekt einfallenden Lichtstrahlen seitlich ablenkt, wobei die Lichtstrahlen durch die Öffnungen reguliert werden; einem Zoomoptiksystem (207), das die Vergrößerung der Bilder variiert, die von den durch die Ablenkeinrichtung abgelenkten Lichtstrahlen hervorgerufen werden; und einem Übertragungsoptiksystem (210), das die Licht-

strahlen, die die durch das Zoomoptiksystem variabel vergrößerten Bilder hervorrufen, in der Nähe ihrer Position vor der Ablenkung hindurchleitet, dadurch gekennzeichnet, daß:

das Zoomoptiksystem so angeordnet ist, daß es sich in bezug auf die Achse des vom Objekt einfallenden Lichtstrahls seitlich erstreckt.

15. Stereomikroskop mit einem optischen Mikroskopgehäusesystem; einer Pfadteileinrichtung; und einem optischen Okularsystem; dadurch gekennzeichnet,

daß ein Zoomoptiksystem zwischen der Pfadteileinrichtung und dem optischen Okularsystem angeordnet ist und gemeinschaftlich zur variablen Vergrößerung unterschiedlicher Bilder mit Parallaxe genutzt wird.

16. Stereomikroskop nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen Bilder mit Parallaxe dazu konfiguriert sind, durch dasselbe Zoomoptiksystem hindurchgeleitet zu werden.

17. Stereomikroskop nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlkombiniereinrichtung und die Strahltrenneinrichtung auf der Austrittseite der Pfadtrenneinrichtung angeordnet sind.

---

Hierzu 22 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG.1A  
STAND DER TECHNIK

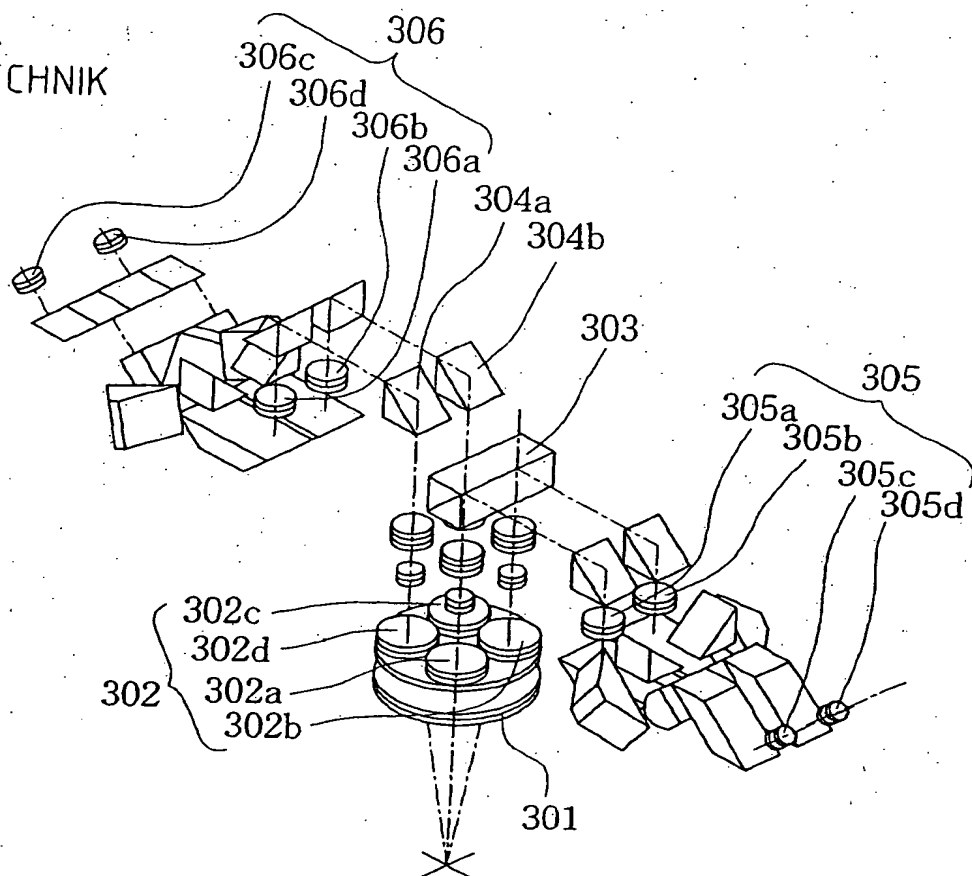


FIG.1B  
STAND DER TECHNIK

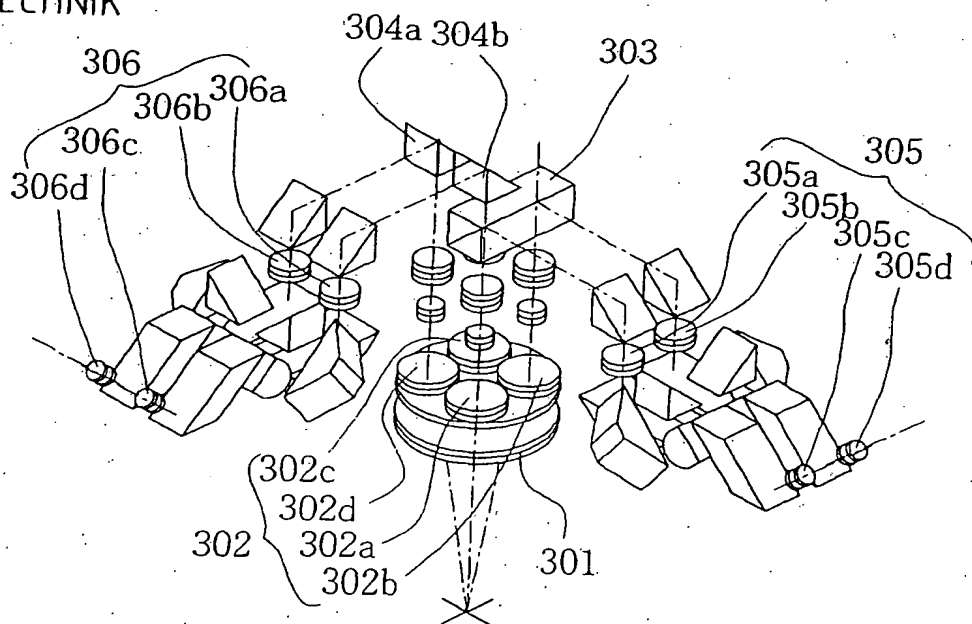


FIG. 2A  
STAND DER TECHNIK

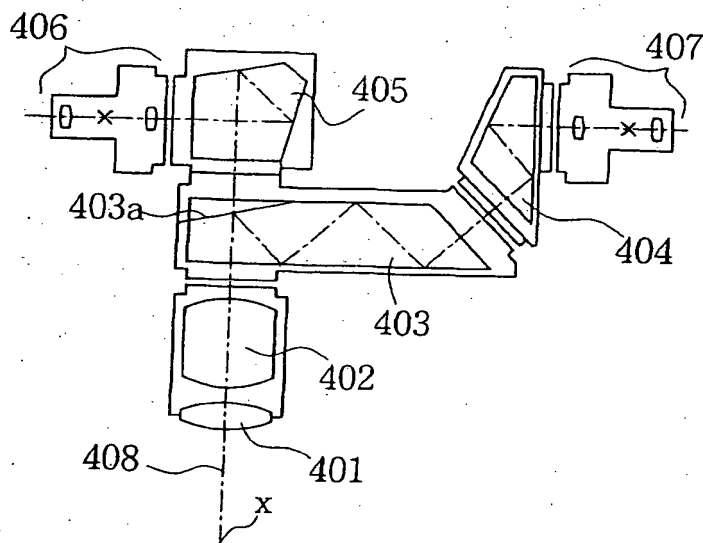


FIG. 2B  
STAND DER TECHNIK

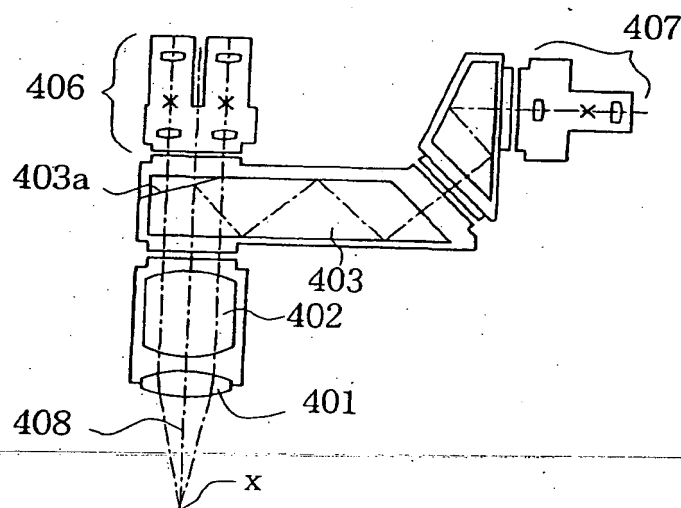


FIG. 2C  
STAND DER TECHNIK

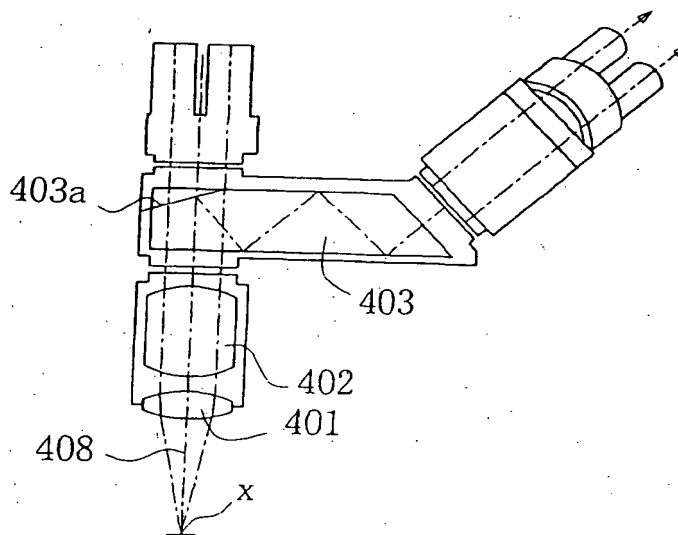


FIG. 3

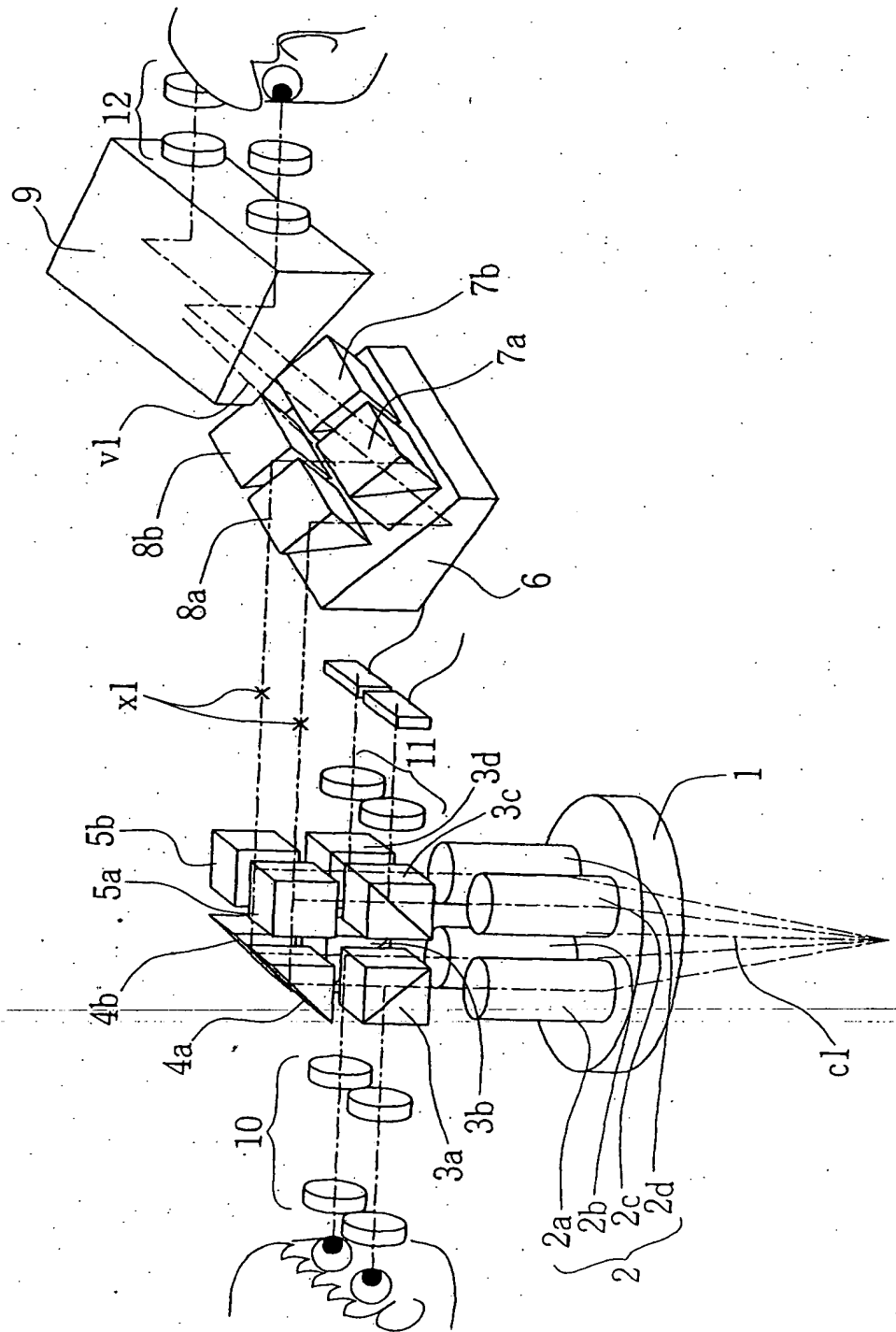


FIG. 4

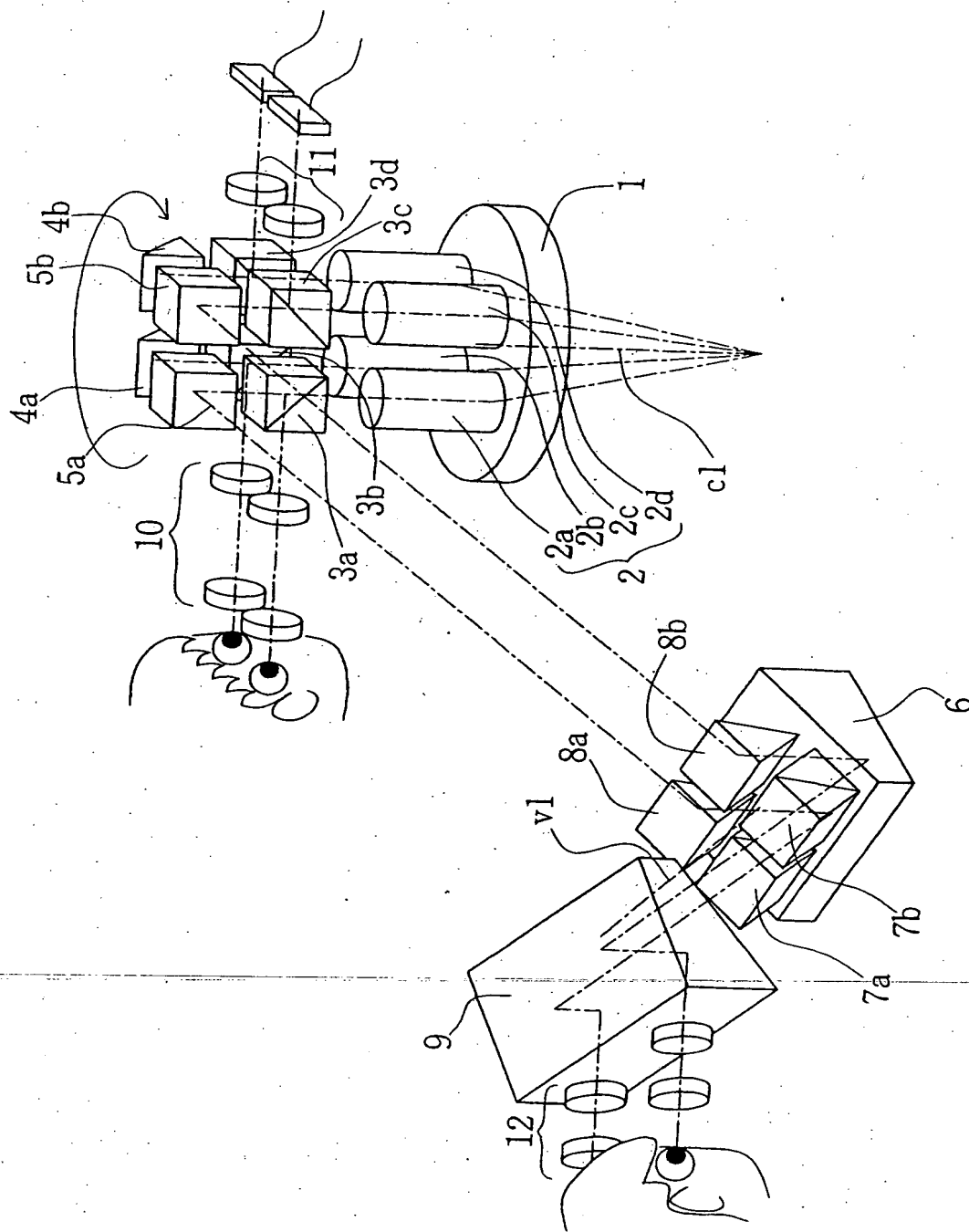


FIG.5

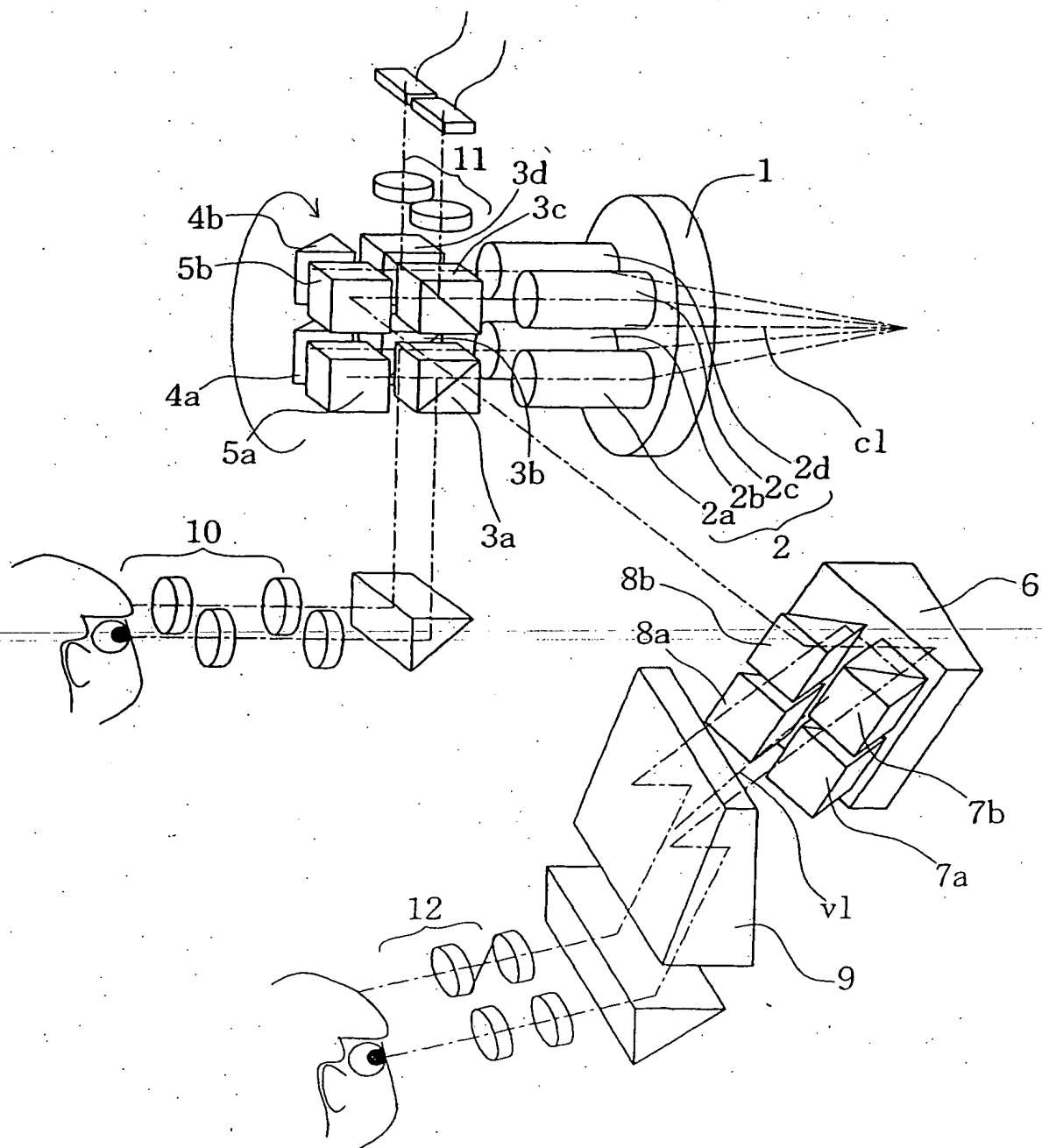


FIG. 6

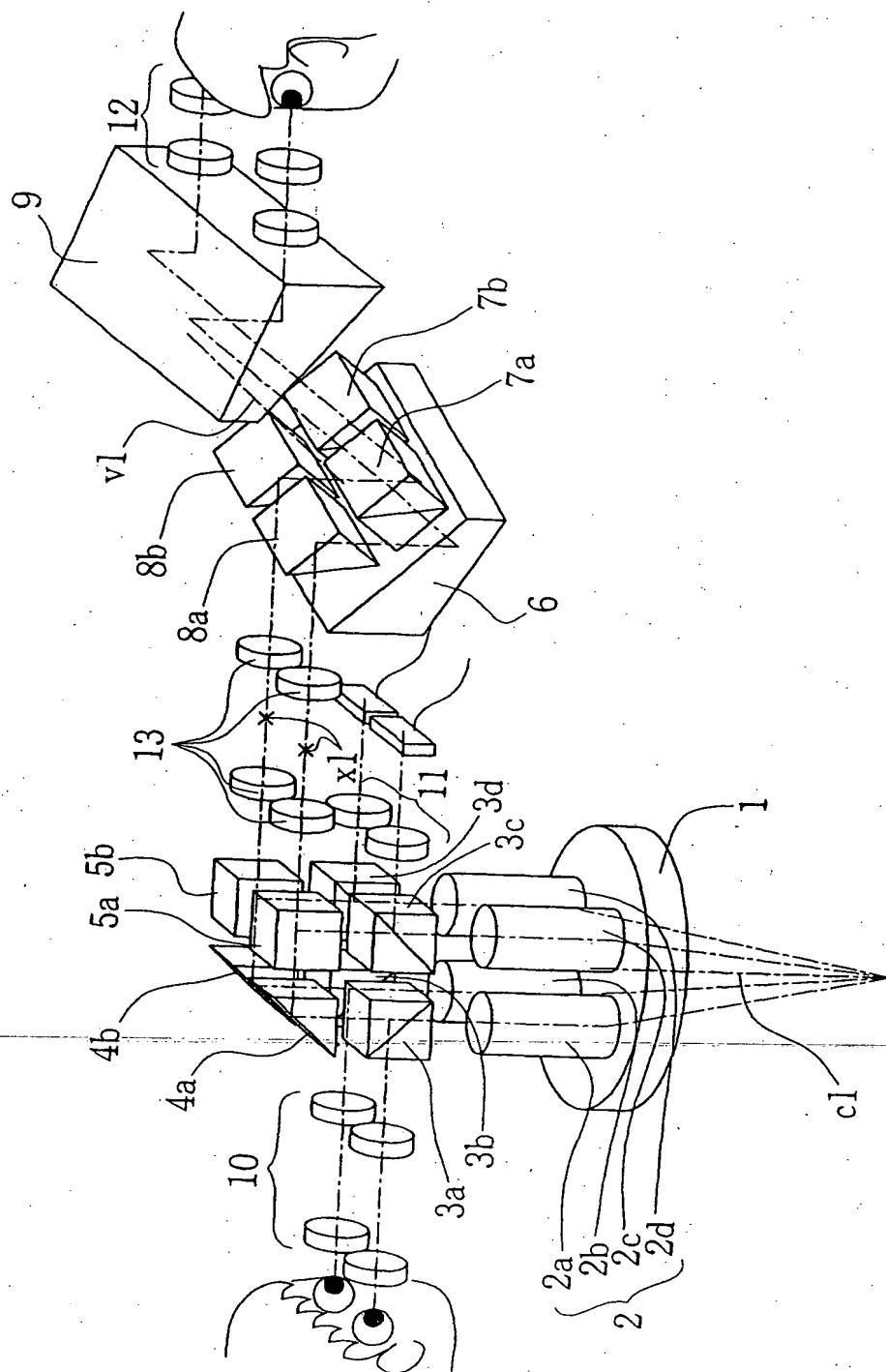




FIG.7

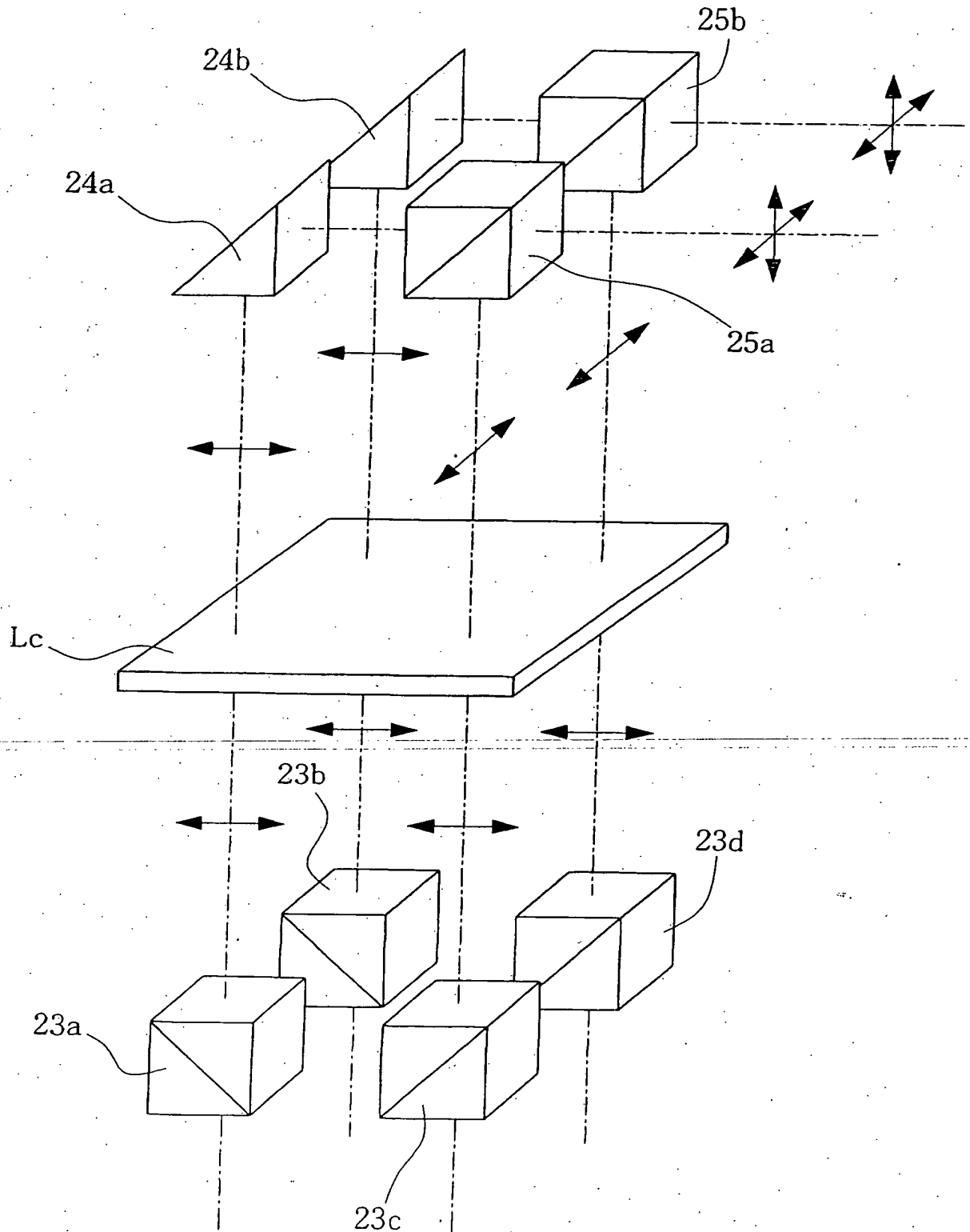


FIG.8

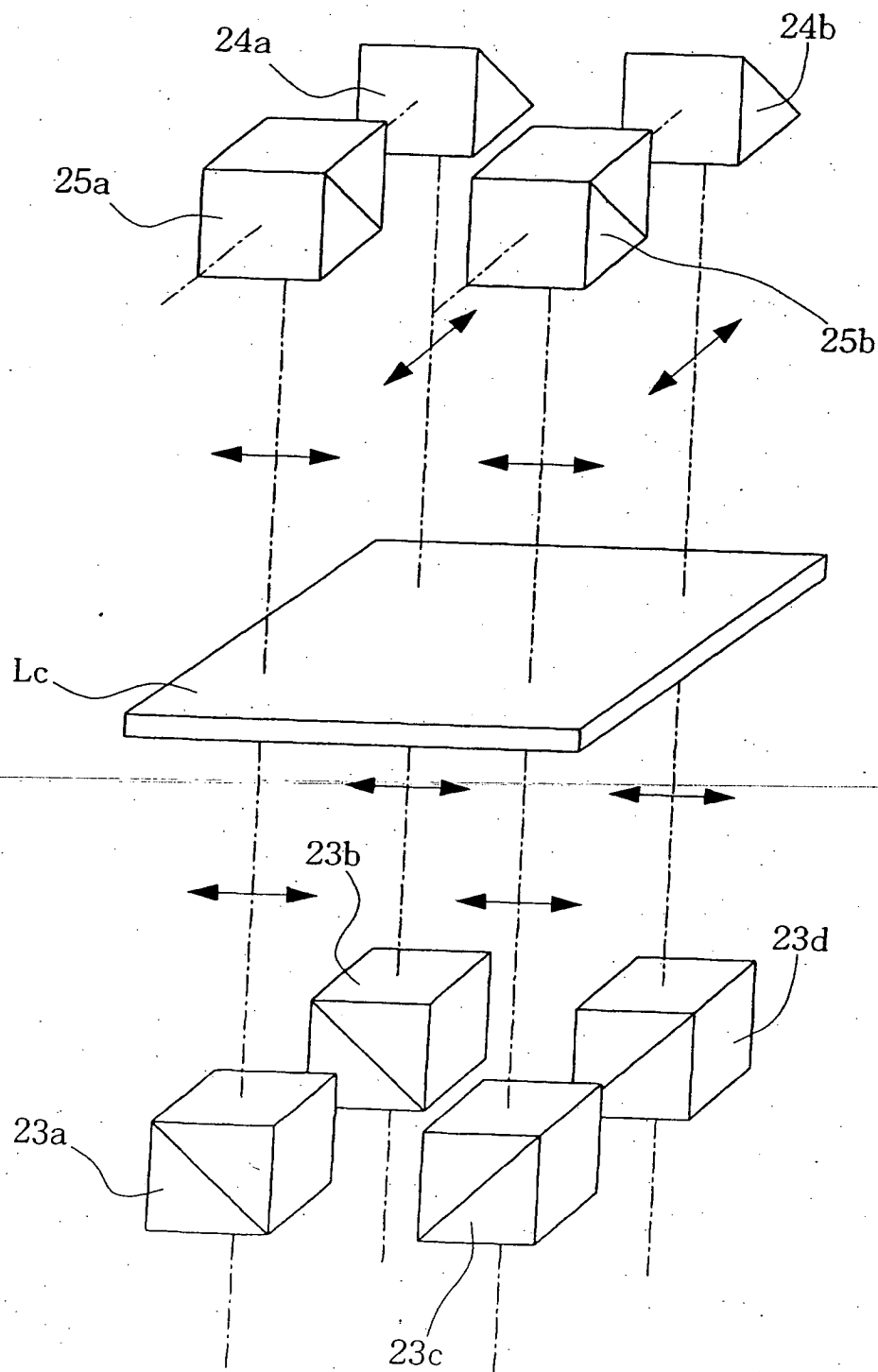


FIG. 9

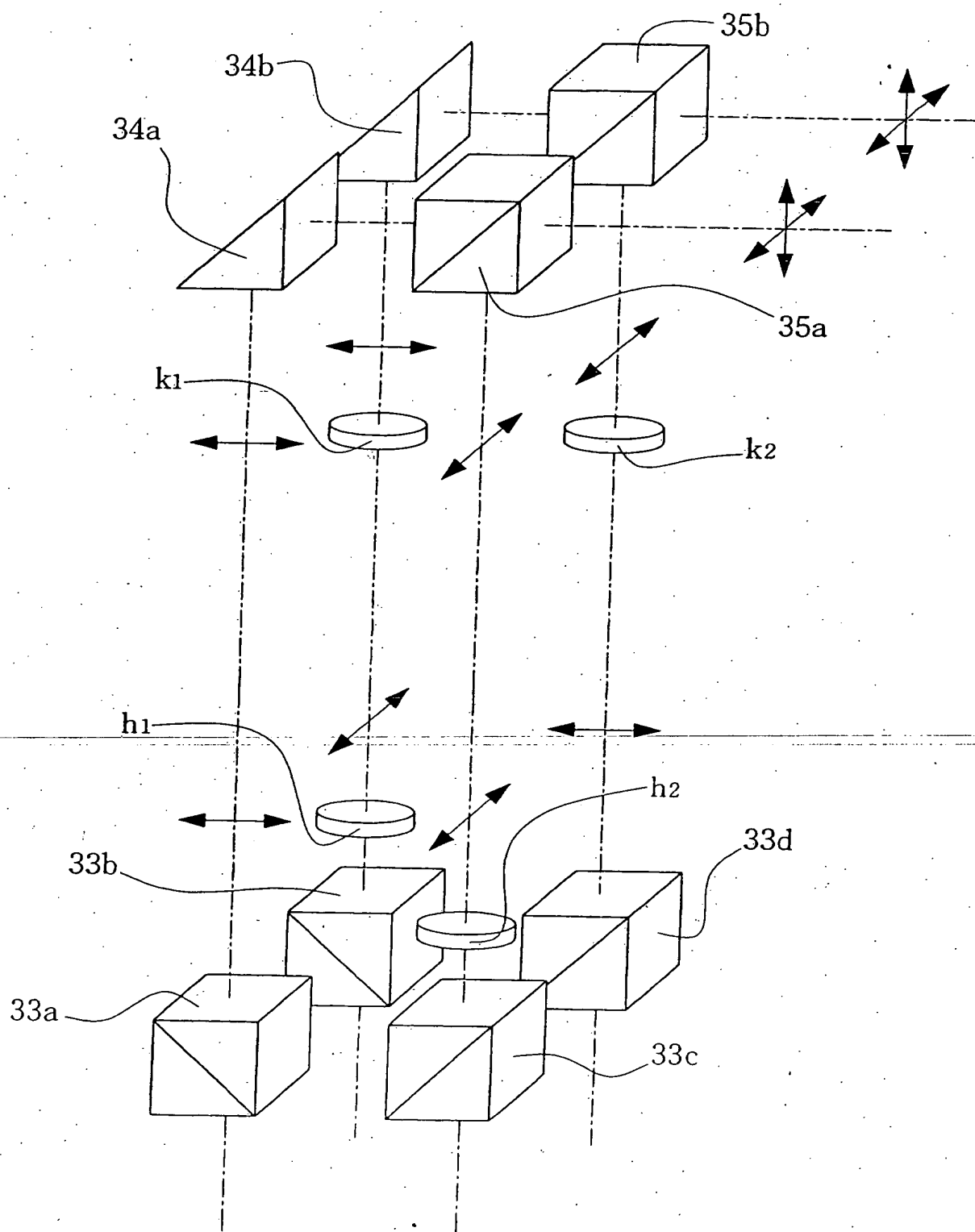


FIG.10

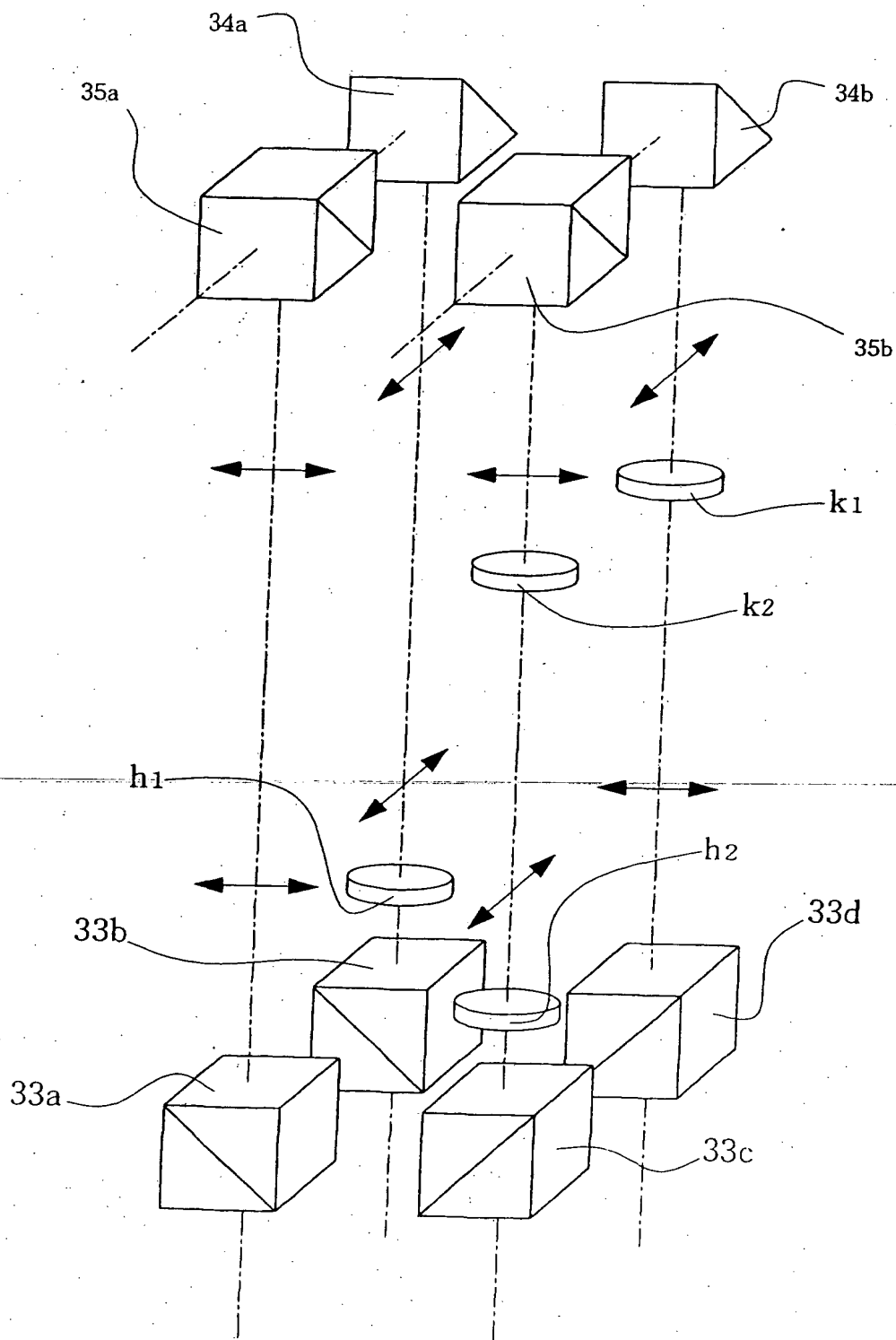


FIG. 11

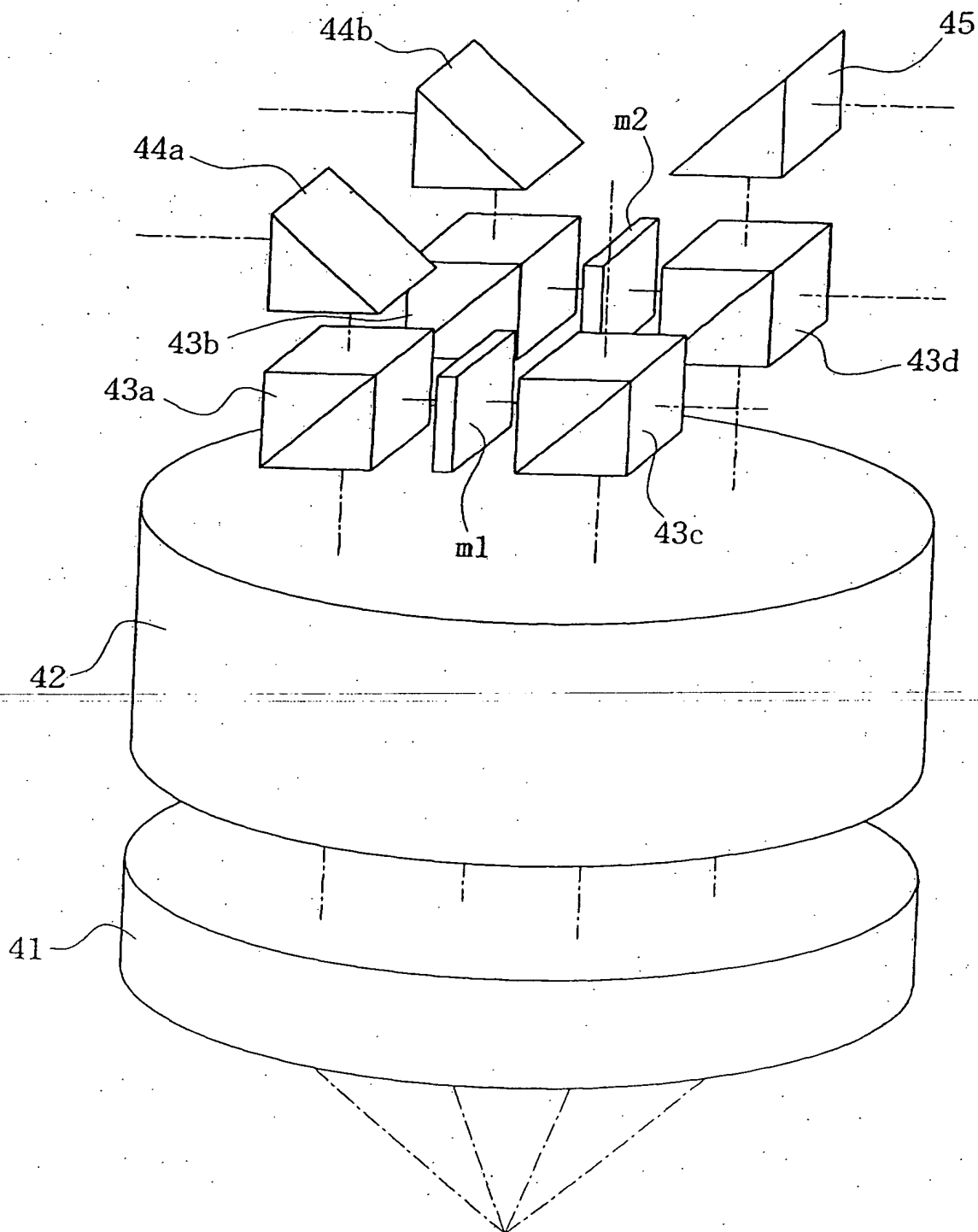


FIG.12

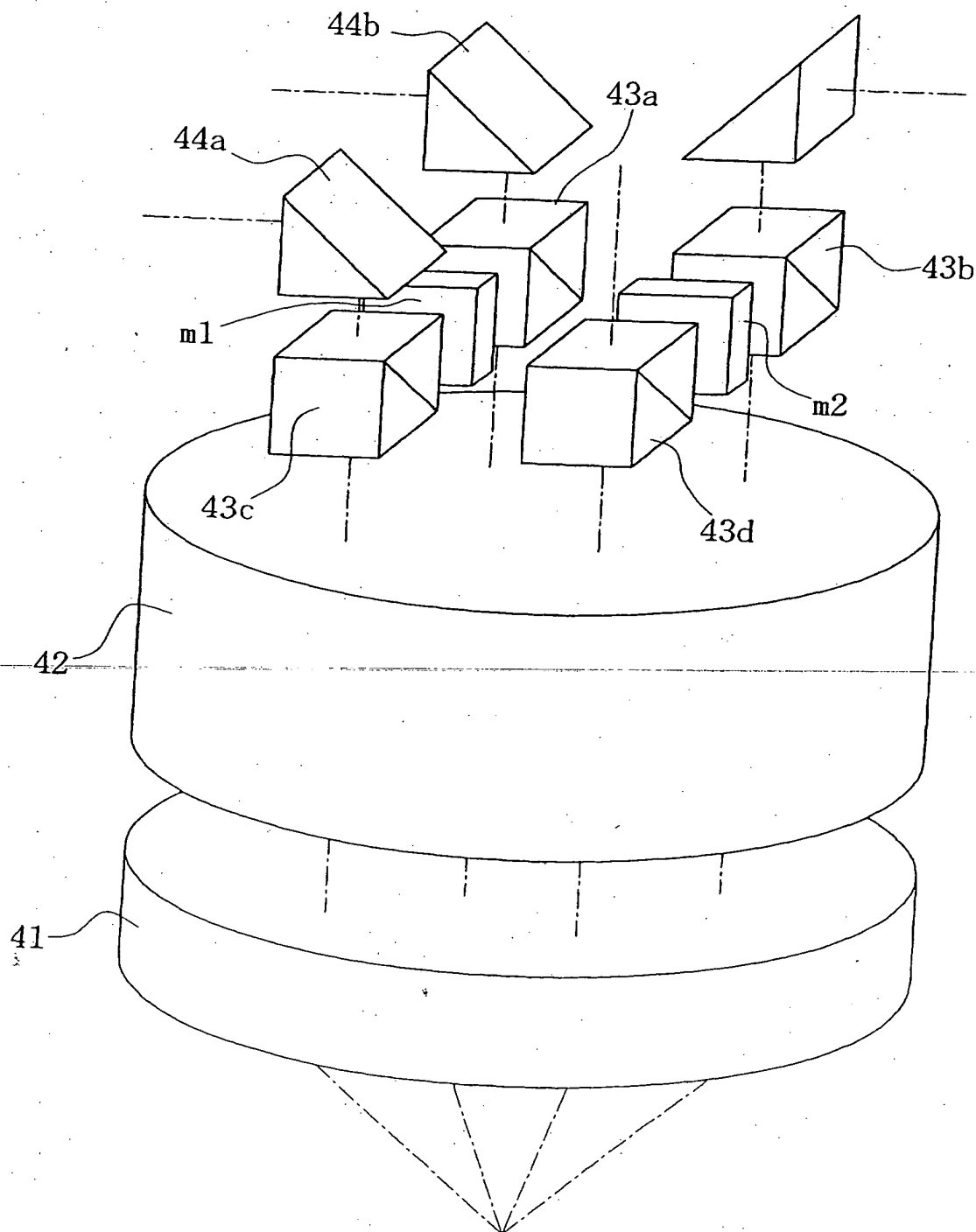
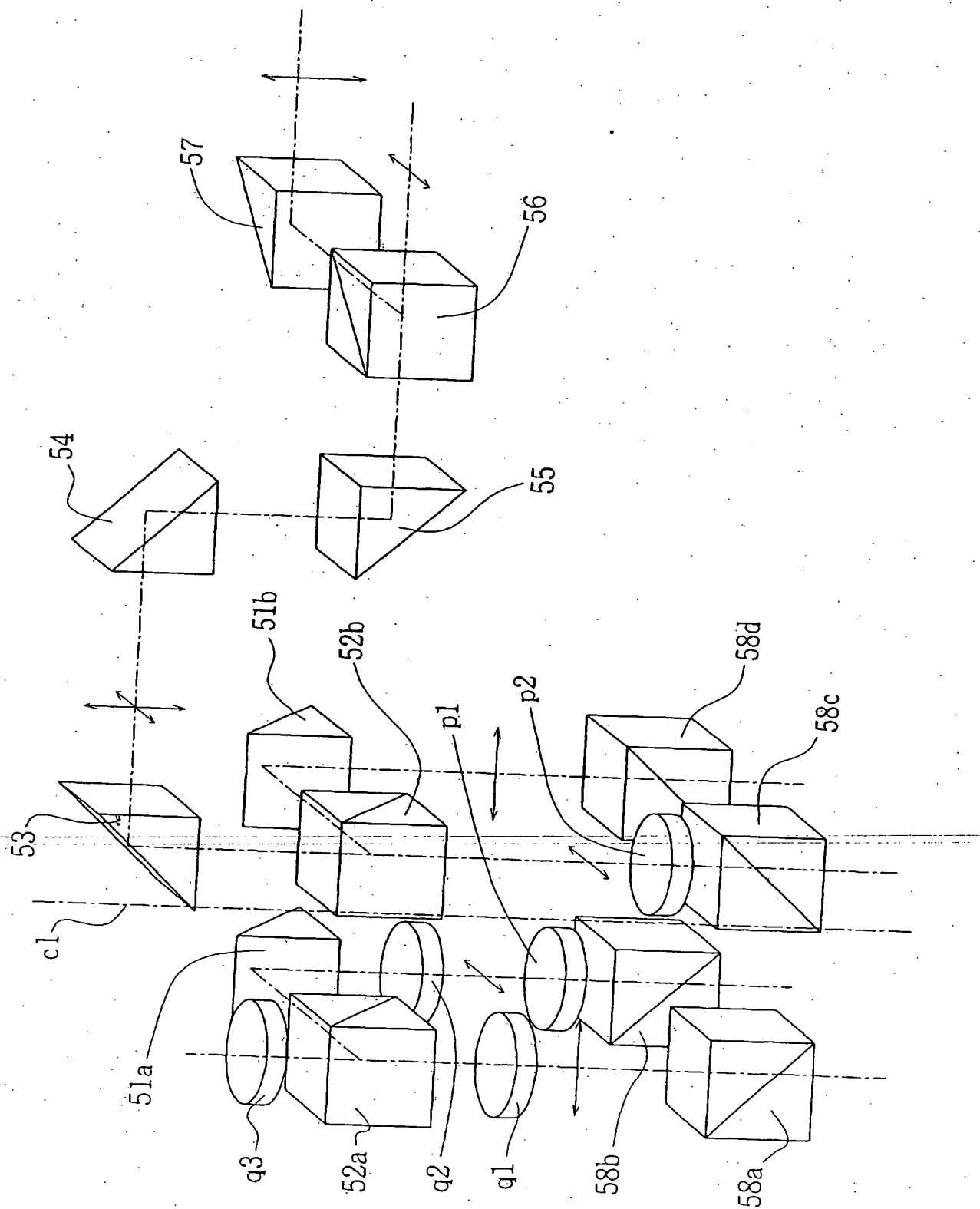


FIG.13



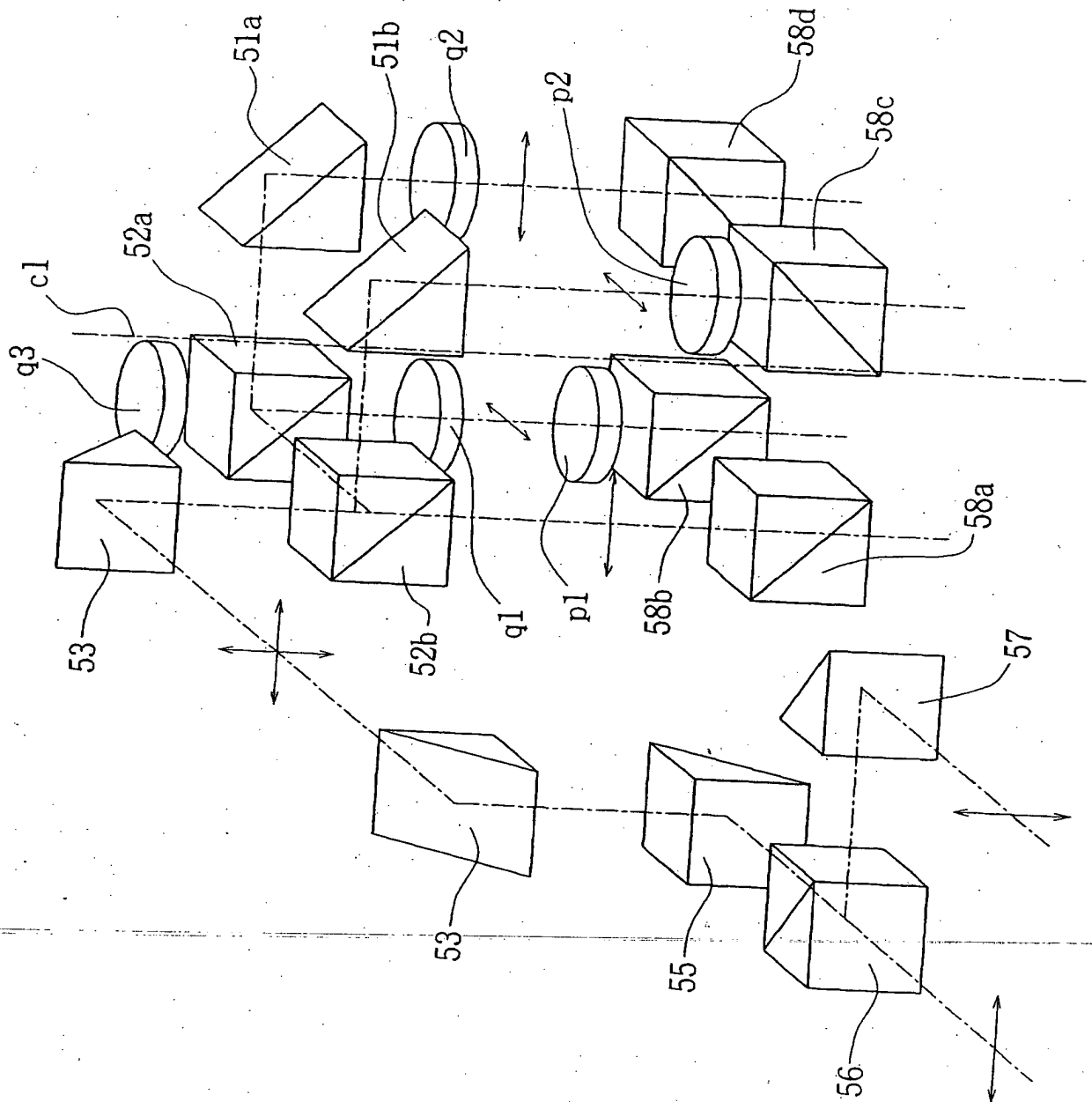


FIG. 14



FIG. 15

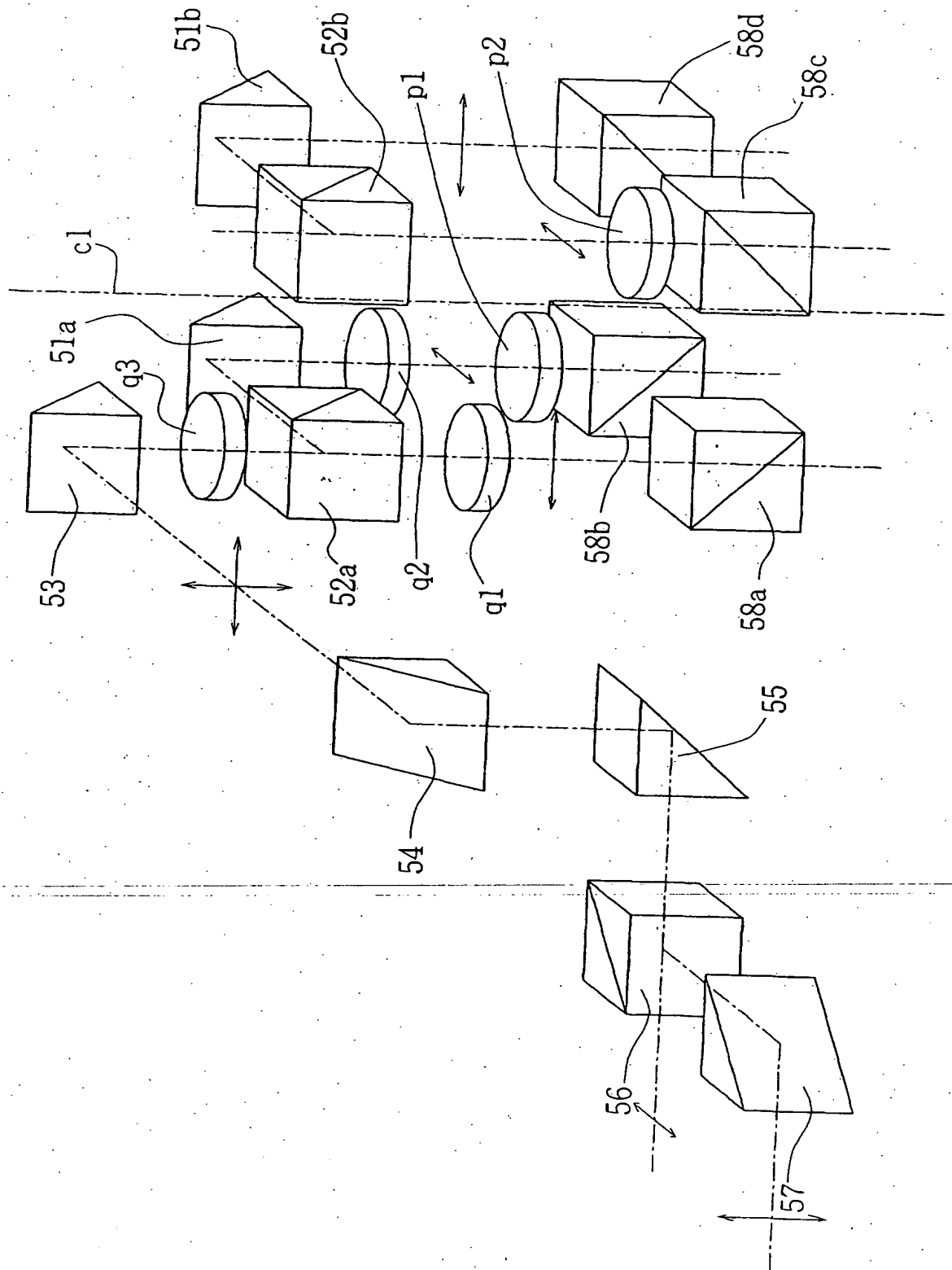


FIG. 16

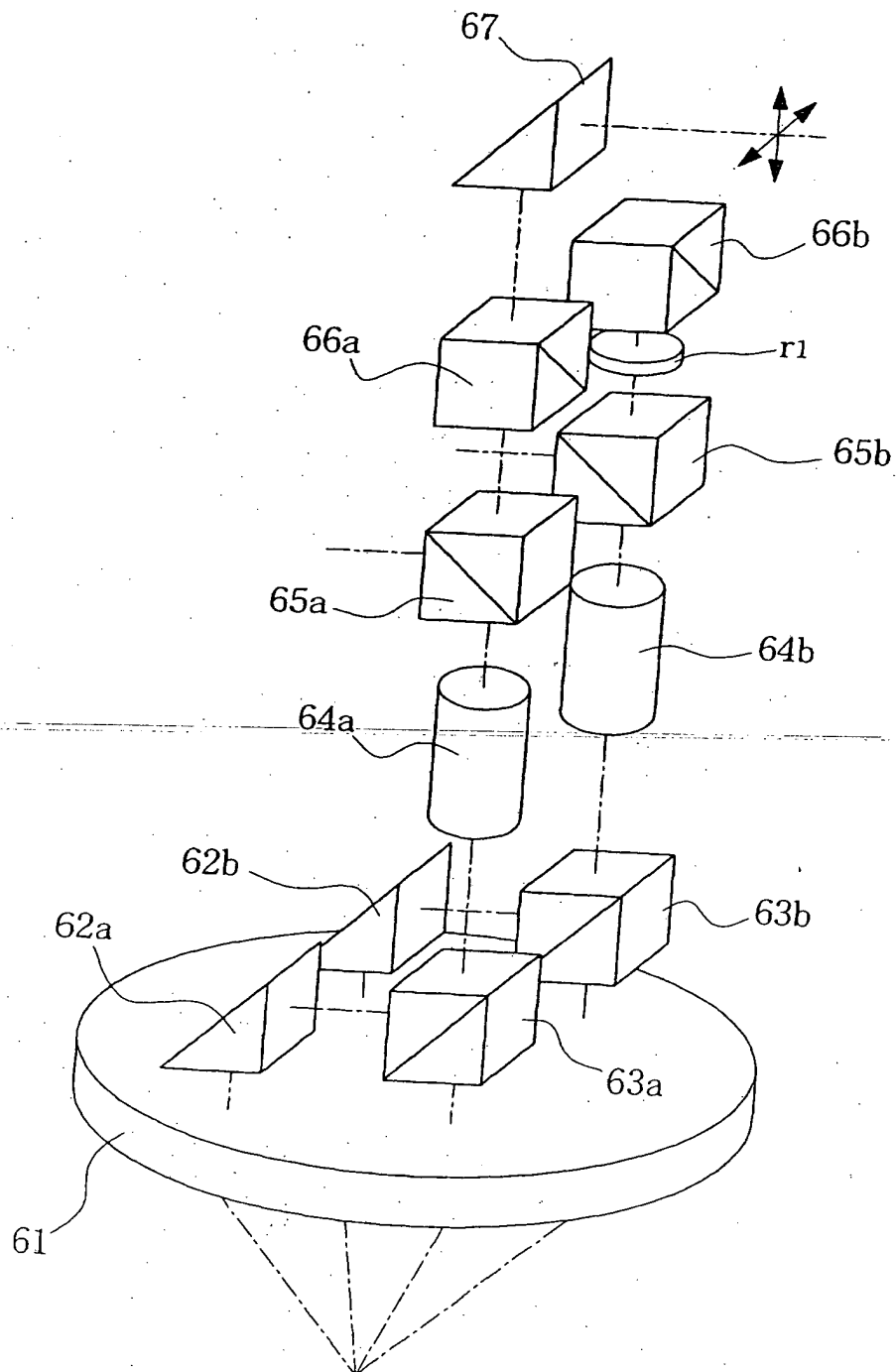


FIG. 17

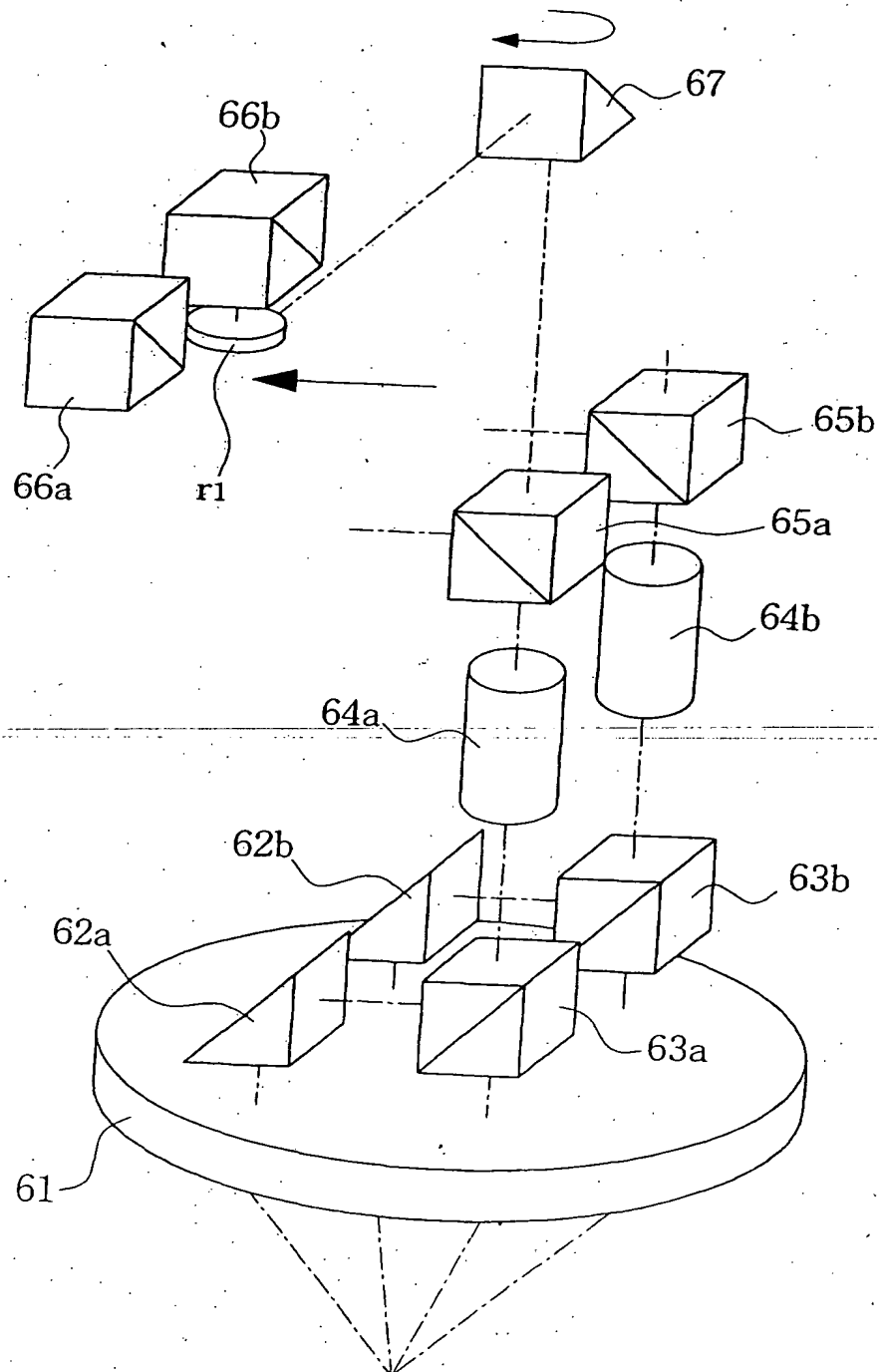


FIG.18

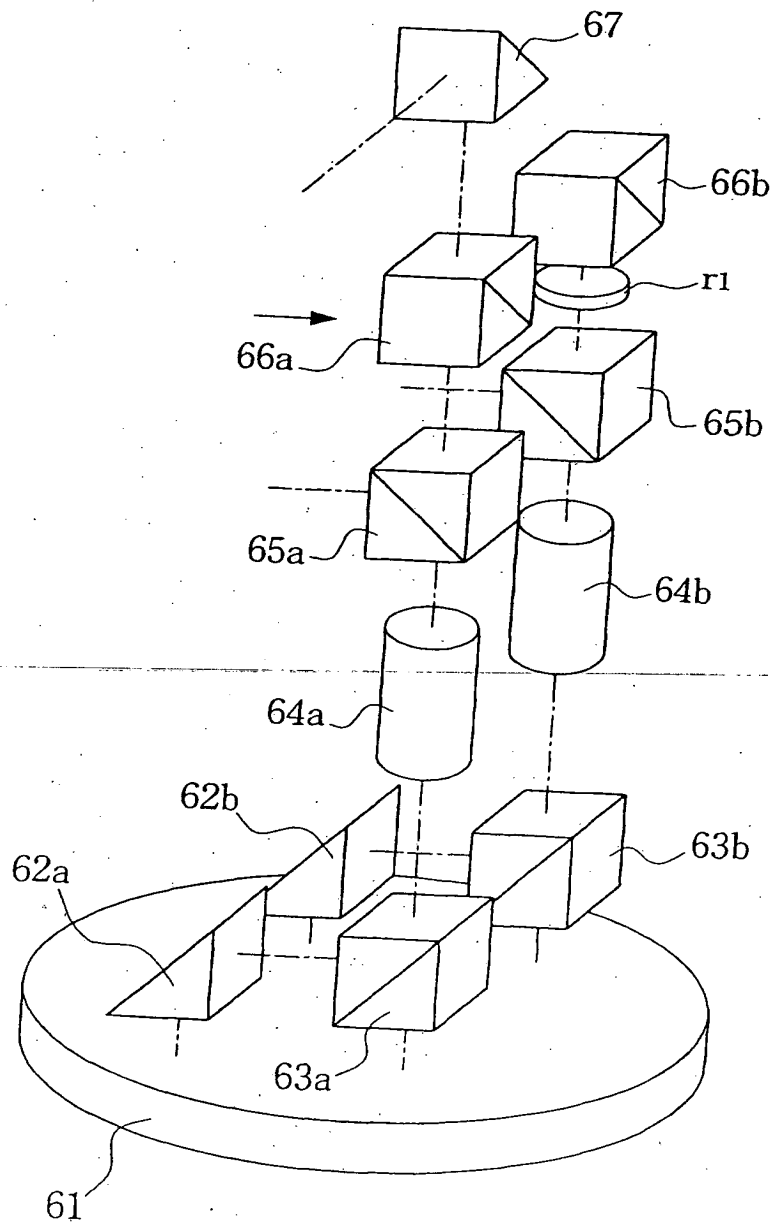


FIG. 19

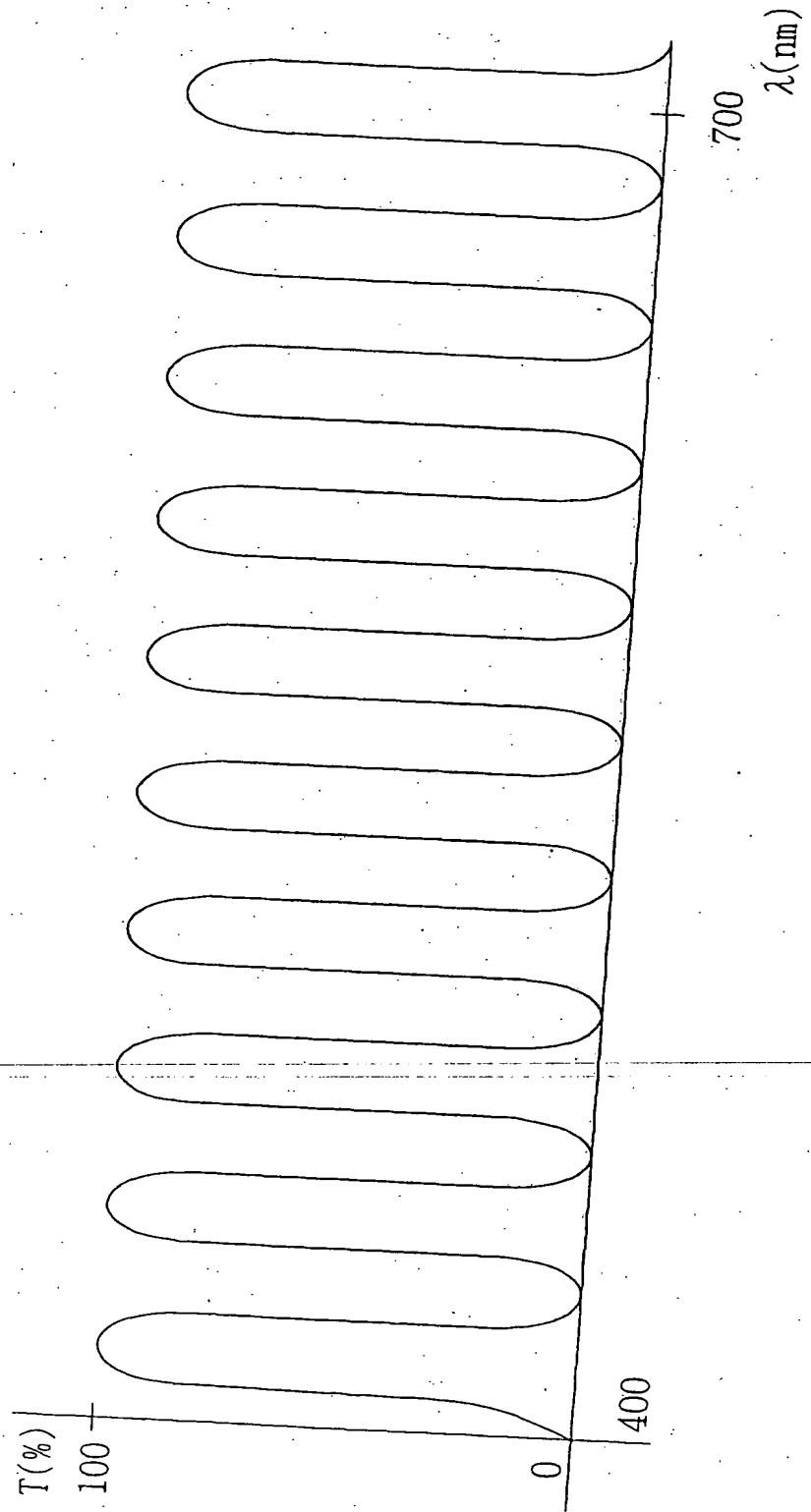


FIG.20

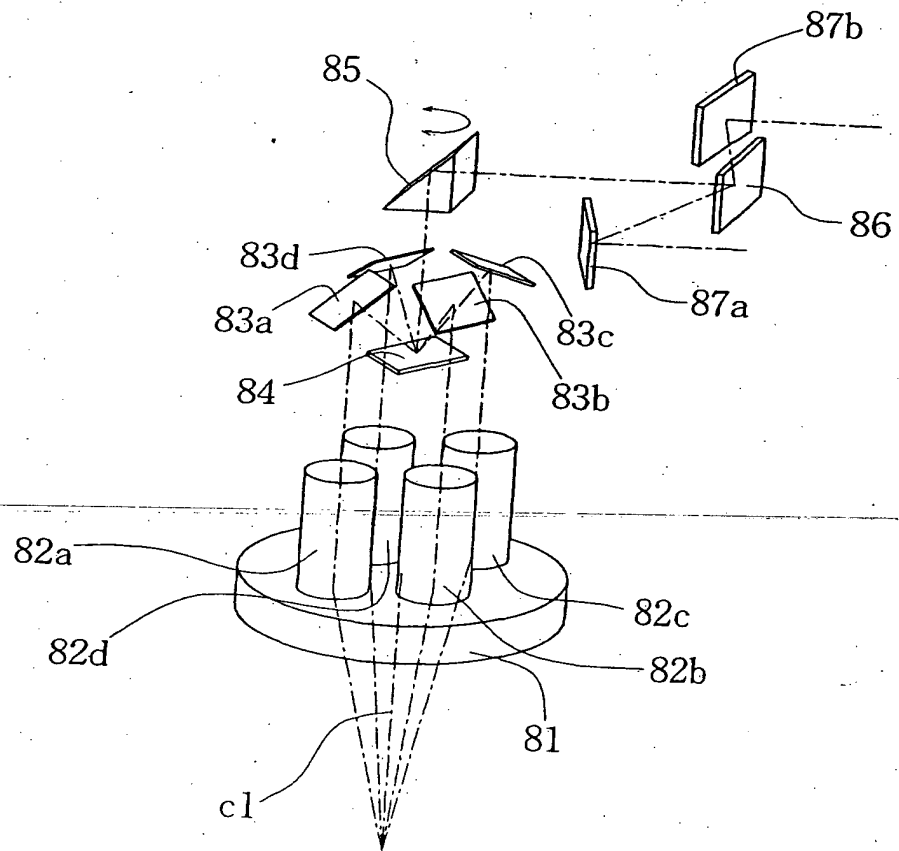


FIG. 21

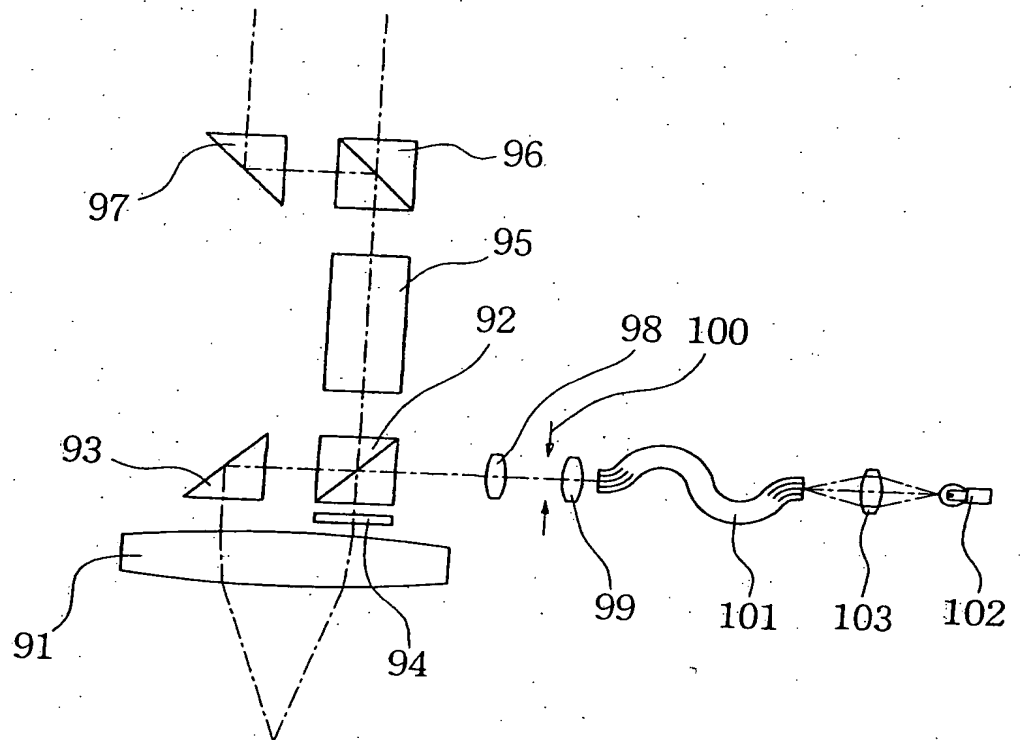


FIG. 22

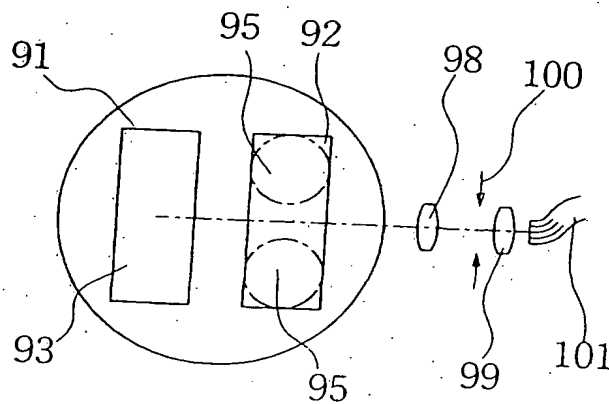


FIG. 23

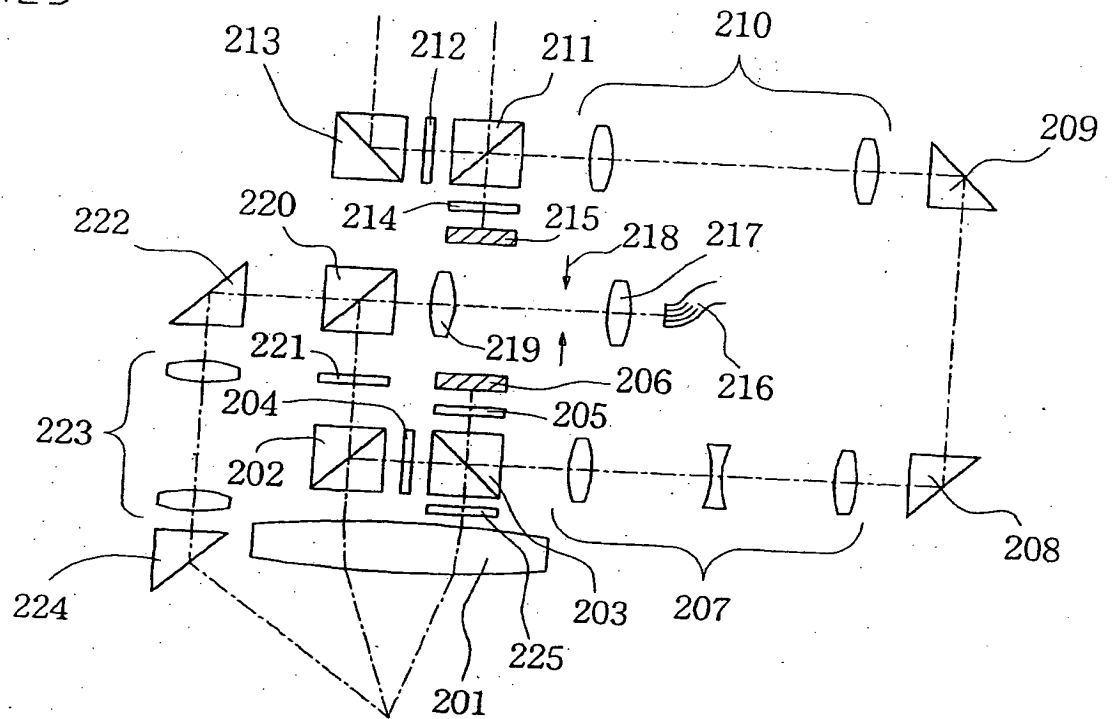


FIG. 24

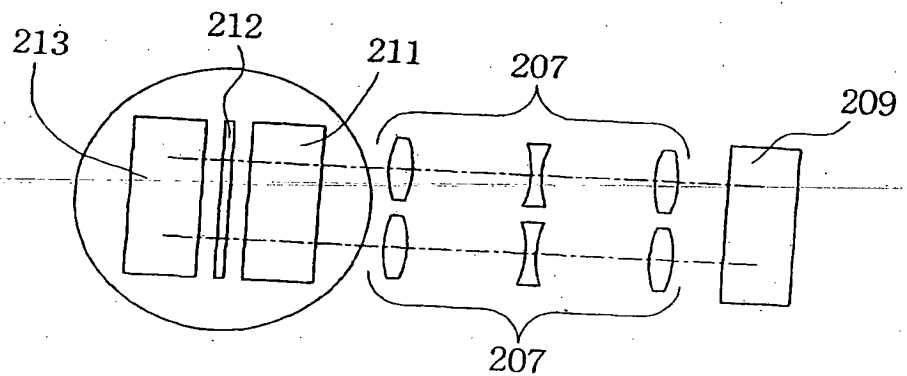


FIG. 25

